

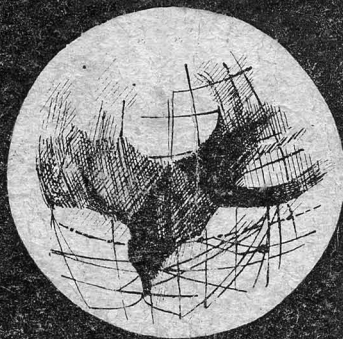
VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

В. СТОВИЧЕК

ЗАГАДОЧНАЯ ПЛАНЕТА

- МАРС -



„ПУЧИНА”
1925

523.43

C-81

52

C 81

В. СТОВИЧЕК.

Загадочная планета (МАРС).

Предисловие и редакция проф. Блажко.

С иллюстрациями и с приложением статьи «Новое о
Марсе» — наблюдения в 1924 году.

1436



1925.

Главлит. № 37292.

Тираж 3000.

Тула, 1-я тип. „Тулпечать“,
ул. Коммунаров, 42.

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стран.
Предисловие проф. С. Н. Блажко	5
Вступление	9
Наблюдения Марса до Скиапарелли	15
Исследования Скиапарелли	23-38
1. Общее строение поверхности Марса	23
2. Каналы	27
3. Удвоение каналов	33
4. Области переходного характера	35
5. Изменения полярных пятен	37
Исследования Лоуэля	39-54
1. Закономерность изменений, происходящих на поверхности Марса	42
2. Подробности строения системы каналов Марса	45
3. Характер поверхности Марса	49
4. Планетная эволюция по Лоуэллю	52
Светящиеся выступы у терминатора Марса	55
Сигнализация с Марсом и междупланетные сношения	57
Исследования Гриво и Черулли. Гипотеза Маундера	61
Противостояние 1909 года. Работы Антониади	63
Новейшие наблюдения Марса	69
Спектроскопические исследования Кэмпбеля и Слайфера	77
Способ наблюдения через светофильтры Г. А. Тихова	88
Температура Марса	91
Атмосфера Марса	97
Гипотеза Аррениуса	109
Заключение	128
Новое о Марсе	133
Приложения	147

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Периодически каждые два года внимание астрономов и широких кругов населения привлекает к себе планета Марс, более других планет похожая на землю, и тем возбуждающая и пытливые изыскания, и притохливую фангазию. Каждые два года повторяется приближение Марса к Земле во время его противостояния с солнцем, но через 15-16 лет такое приближение бывает наибольшим возможным, и такие „великие“ противостояния особенно привлекают к себе внимание. В 1924 г. произошло одно из них, причем наименьшее расстояние Марса от Земли в конце августа будет 56 миллион. километров. Правда, при этом для северных широт земли Марс не высоко будет подниматься над горизонтом, для наблюдения его в выгодном положении будут обсерватории в более южных широтах, но они есть и, конечно, можно ожидать новых успехов в разрешении загадки Марса: в изучении физических процессов его атмосферы и на его поверхности и приближения к выяснению вопроса о возможности на нем жизненных явлений.

Все эти вопросы уже очень давно занимают внимание всех мыслящих людей, и с давних пор строились разные гипотезы по мере того, как постепенно выяснялись физические условия, господствующие на Марсе. Давно заметили на его поверхности темные пятна и назвали их морями, определили вращение Марса вокруг оси, смену дня и ночи, обнаружили, что на Марсе существует и смена времен года, как на Земле, и что во время зимы околополярная область покрывается бе-

лым покровом, как бы снегом. Особенно возрос интерес к Марсу с 70-х годов прошлого века, когда знаменитый итальянский ученый Скиапарелли впервые заметил на поверхности планеты слабые, узкие, серые полосы, которые тянутся на много сотен верст от одного темного „моря“ до другого. Он назвал их каналами. Одно название это способно было дать толчек к созданию фантазий об обитателях Марса, разумных, конечно, раз они могут проводить на поверхности планеты каналы. С той поры многие наблюдатели особенно тщательно занимались Марсом, среди них на первом месте стоит Лоуэлль со своими сотрудниками. Путем тщательных и продолжительных наблюдений ему удалось подметить некоторые законы видимости этих загадочных образований. Но вскоре появились и скептики, подвергавшие вообще сомнению реальное существование таких непрерывных линий на поверхности Марса, объяснявшие их до некоторой степени оптическим обманом и совершенно устранявшие гипотезы о разумных существах на этой планете. Между тем как Лоуэлль рассматривает Марс, как планету, бедную, правда, водой, но все же в теплое время года покрывающуюся растительностью, известный физик Аррениус полагает, что Марс, это — ледяная пустыня. Две крайности, характерно подчеркивающие, что мы все же еще мало знаем нашего близкого соседа в небесном пространстве.

Настоящая книга имеет целью изложить развитие наших сведений об этой, интереснейшей из всех планет, и представить читателю взгляды различных исследователей на вопросы о физических условиях, в которых находится планета, и о возможности ее обитаемости. Автор подробно разбирает наблюдения, гипотезы и теории, предложенные многими учеными, чтоб дать читателю возможность хорошо и подробно ориентироваться в загадке Марса, однако в то же время изложение достаточно просто и не может затруднить не специалиста чрезмерным обилием технических деталей. Не сомневаюсь, что читатели, уже хоть сколько-нибудь

знакомые с Марсом, прочтут книгу с интересом и пользою. Загадка Марса—сложна, требует подхода с разных сторон, и всегда полезно не только иметь суммарное впечатление об ее трудности, но также и ориентироваться в том, какими путями астрономы стараются преодолеть эту трудность. В некоторых местах книги автор выступает с критикою взглядов, высказанных некоторыми исследователями; конечно, при просмотре книги редактор оставил эту критику без изменений.

Надеемся, что книга, подобной которой пока еще нет в русской оригинальной популярной литературе, сослужит хорошую службу распространению астрономических знаний.

Проф. С. Блажко.

ВСТУПЛЕНИЕ.

— В ясную ночь, когда тысячи звезд усеивают небесный свод, наш взор невольно отвлекается от земли, устремляясь вверх, к этим далеким мирам. Мы не можем оторваться от чудного зрелища звездного неба; оно манит нас своей величественной красотой, будит нашу мысль своей загадочностью. Что тают в себе эти светильники, неведомой рукой рассеянные по темному ночному небу? — Вот вопрос, над которым всегда задумывалось человечество; загадка неба всегда манила его, и наше представление о небе изменялось вместе с развитием человеческого интеллекта.

На нашей исторической памяти произошел этот грандиозный процесс эволюции представлений, разбивший хрустальное небо древних, бесконечно расширивший его пределы, а звезды древних — эти скромные светильники, прикрепленные к твердому небесному своду — превративший в грандиозные миры, раскиданные на колоссальных расстояниях в беспредельном пространстве и несущиеся с чудовищной скоростью к неведомой цели.

По мере того, как росла вселенная в представлении человечества, — наша родина — Земля — получала в мироздании все более и более скромное место. Для первобытных народов Земля была — весь мир; впоследствии Земля стала лишь центром вселенной; наконец, и эта роль отнята от Земли. Теперь мы знаем, что даже в небольшом уголке мироздания, занятом нашей солнечной системой, Земле принадлежит далеко не первое место.

Пытливый человеческий ум, однако, не удовлетворяется достигнутым; он оставляет Землю, стремясь проникнуть в тайны других миров; вначале им руководит фантазия. Она населяет небесные светила живыми существами, рисует картины природы и жизни этих далеких миров, то похожие на земные, то совершенно своеобразные. Но человек стремится к *познанию*. Он не удовлетворяется фантазией, а ищет способов действительного проникновения в тайны природы.

Появление двух могучих орудий исследования — телескопа и спектроскопа дает человечеству возможность сделать в этом направлении большой шаг вперед.

Спектроскоп связал нас с отдаленнейшими мирами и позволил составить представление об их химическом составе и физическом состоянии; помощью спектроскопа оказалось возможным до известной степени приблизиться к определению скоростей движения самых далеких небесных тел.

Телескоп, совершенствуясь, раскрывает все новые и новые глубины вселенной; он обнаруживает неизмеримое количество миров, которому, кажется, нет конца; открывает двойные звезды, звездные скопления, десятки комет, туманностей, сотни малых планет; наконец на ближайших к нам небесных телах, именно — Луне и близких планетах, позволяет рассмотреть даже более или менее многочисленные детали строения поверхности.

Как только стало возможным наблюдение хотя бы самых крупных объектов на дисках планет, астрономы ревностно принялись за эту работу. Ведь она обещала приоткрыть завесу еще над одной тайной природы — открыть загадку устройства и жизни соседних миров.

Более всего подробностей телескоп обнаруживает, за исключением нашего спутника — Луны, — на поверхности Марса, ближайшего соседа Земли в планетной системе. Эта сравнительная доступность изучения Марса привлекла к нему особенное внимание астрономов.

Уже самые первые наблюдения этой планеты установили наличие на ее диске некоторых образований

с постоянными очертаниями. Прежде всего была замечена громадная темная область в южном полушарии Марса, врезающаяся характерным острым углом через экватор планеты в северное ее полушарие. Эта область получила впоследствии название Syrtis Major. Она представляет собою самый крупный объект на поверхности Марса. Наблюдая ее движение по диску планеты, уже первые исследователи установили факт вращения Марса вокруг оси, а также и направление этой оси.

В настоящее время продолжительность вращения Марса вокруг оси известна с большой точностью; она составляет 24 ч. 37 м. 23 с. среднего времени. Наклонение оси Марса к плоскости его орбиты составляет угол около $65^{\circ}10'$ *).

Время обращения Марса вокруг Солнца и среднее его расстояние от Солнца было определено довольно точно впервые еще Кеплером в его сочинении „De motibus stellae Martis“, вышедшем в 1609 году. Эта работа основывалась на наблюдениях знаменитого датского астронома Тихо Браге (1546 г.—1601 г.); именно она и натолкнула Кеплера на открытие законов эллиптического движения планет.

В настоящее время период обращения Марса вокруг Солнца известен весьма точно; он составляет 686,98 суток среднего солнечного времени, или 1,88 земных годов; — через этот период времени, следовательно, Марс возвращается в исходное положение в орбите, чтобы тотчас начать новый пробег вокруг Солнца.

Среднее расстояние Марса от Солнца составляет около $\frac{3}{2}$ такого же расстояния Земли, точнее — 1,5237 т.-е 227 милл. км.

Приведенные выше величины показывают, что механические условия, в которых находится Марс, довольно сходны с такими же условиями Земли, а это влечет за собою и аналогичные последствия. В самом деле: время обращения Марса вокруг оси отличается от земного всего на 41 минуту; это обстоятельство имеет

*) Для земли соответствующий угол составляет около $66^{\circ}33'$

результатом такую же смену дня и ночи на Марсе, как и на Земле. Существование наклонности оси вращения Марса к плоскости его орбиты обуславливает смену времен года на нем, совершенно похожую на земную; только эти времена года вдвое длиннее земных, соответственно большей продолжительности Марсова года.

Нет сомнения, что большая длительность времен года на Марсе делает контрасты между ними более резкими, чем это имеет место на Земле.

В этом же направлении действует и большая наклонность оси Марса к его орбите. Благодаря ей, на летнее полушарие планеты солнечные лучи падают более отвесно, чем на Земле и дают, поэтому, относительно большее нагревание поверхности; зимнее же полушарие Марса освещается еще более косыми лучами Солнца, чем зимнее полушарие Земли и, следовательно получает относительно меньшее количество тепла и света. Но та же большая наклонность оси имеет и еще последствие — именно более значительное, чем на Земле, удлинение дней летом и укорочение их зимой; этот факт также, конечно, способствует увеличению контрастов между зимней и летней температурой планеты.

Разница в расстояниях от Солнца Земли и Марса имеет своим следствием разницу в количестве солнечного излучения, получаемого обеими планетами на единицу поверхности; солнечное излучение, получаемое Марсом, составляет лишь $\frac{4}{9}$ количества, получаемого Землею.

При прочих равных условиях это заставило бы нас предполагать на Марсе соответственно более низкую температуру. Далее мы увидим, что вопрос о температуре планет очень сложен; она зависит не только от количества получаемого солнечного излучения, но и в весьма значительной степени от плотности и химического состава атмосферы.

Более плотная атмосфера лучше сохраняет полученное планетой тепло; она уподобляется как бы одежде,

предохраняющей планету от мертвящего холода мирового пространства. Но атмосфера играет и другую роль в тепловой экономии планеты. Нагреваясь, она сама становится резервуаром, накапливающим тепло. Чем вместительней этот резервуар, тем больший запас тепла может сохранить планета. Таким образом, очевидно, что *теплоемкость* газов, составляющих атмосферу, должна играть немаловажную роль при определении температурных условий планеты.

Произведенное нами выше сравнение важнейших условий, в которых находятся Земля и Марс, показывает, что в существенных чертах эти условия имеют много общего.

Из других планет только Венера могла бы находиться в сходных условиях, но невозможность наблюдения на ней, за плотным покровом облаков, каких-либо устойчивых образований, значительно ослабила интерес к ее исследованиям. Наоборот, легкая и почти всегда прозрачная атмосфера Марса сделала доступным наблюдение на его поверхности даже весьма тонких деталей и подробное их изучение. Поэтому все внимание исследователей направилось к Марсу.

Интерес к этой соседней планете повышался еще распространившимися идеями об универсальности жизни во вселенной; согласно этим идеям, каждое небесное тело в известном периоде своего развития, в общих чертах однородного для всех тел, должно стать носителем жизни; зарождение жизни является таким же необходимым звеном в цепи планетной эволюции, как образование твердой коры или конденсация водяного пара и образование мирового океана.

Близость Марса к нам, черты сходства его с Землею вскоре сделали Марс главным объектом этой идеи в солнечной системе.

Многие исследователи стали рисовать себе Марс полным подобием Земли; быть может, второй Землей, населенной таким же человечеством, как и наше, или разумными существами какого-либо иного вида и организации.

Как мы увидим дальше, некоторые открытия, сделанные выдающимися исследователями, казалось, необходимо приводили к заключению о существовании на Марсе высоко-развитой расы разумных существ, совершенная техника которых позволяла им строить гигантские сооружения, доступные наблюдению с Земли.

Мы говорим об открытии на Марсе знаменитых „каналов“, сделанном Миланским астрономом Скиапарелли.

После этого интерес к Марсу возрос до чрезвычайности, и эта планета стала излюбленным и благодарнейшим объектом для наблюдений многих выдающихся астрономов. Вместе с тем, вопрос об устройстве поверхности Марса и господствующих на нем условиях, стал связываться главным образом с загадкой обитаемости этой планеты. Одно время характер наших сведений о Марсе был таков, что, казалось, обитаемость Марса существами с высоко-развитым интеллектом неопровержимо доказана.

На небе появилось как бы зеркало Земли, но зеркало волшебное, отражавшее Землю в более совершенных, более высоких формах. Этот период можно было бы назвать золотым веком ареографии. Но последующие открытия разрушили большую часть иллюзий этого золотого века. Осталась суровая тайна. Тайна, быть может, уже умершей планеты, требующая для своей разгадки дальнейшей неустанной работы.

Настоящая книжка представляет собою попытку краткого систематического обзора всех наиболее важных исследований Марса, как наблюдательного, так и теоретического характера. Здесь будут, по возможности, затронуты все работы о Марсе, представляющие дальнейшую ступень в эволюции наших знаний об этой планете. Метод изложения будет, поэтому, большею частью хронологический; только в некоторых случаях от него будет отступлено, для того, чтобы излагать совместно однородные исследования, в видах удобства их параллельного обзора и сопоставления.

Наблюдения Марса до Скиапарелли.

Вопрос о физическом строении Марса мог стать на почву реальных исследований только по изобретении телескопа; впоследствии, применение спектрального анализа и фотографии значительно расширило наши возможности проникновения в тайны этого соседнего мира.

Первые слабые телескопы были бессильны обнаружить даже и самые значительные объекты на поверхности Марса. Но, в интересах цельности изложения, будет упомянуто и об этих первых шагах, так как они все же были залогом дальнейших крупных открытий.

Галилей был первым человеком, направившим телескоп на Марс. Это было в 1610 году. Увеличение Галилеевой трубы было не велико, и с ним невозможно было, разумеется, рассмотреть никаких подробностей на поверхности планеты, представлявшей едва заметным диском. По поводу этих наблюдений Галилей писал в своем письме к Бенуа Кастелли*: „Я не берусь утверждать, что видел фазы Марса, однако, если не ошибаюсь, я уже видел, что он не совершенно круглый“. Этими словами резюмируется весь результат этих первых наблюдений Марса.

Последующие исследования принадлежат многочисленному ряду астрономов всех культурных наций. Мы остановимся на тех работах, которые будут представлять картину прогресса в изучении Марса.

*) Benoit Castelli (1577—1644)—итальянский математик, ученик Галилея, профессор в Пизе и Риме.

Первый наблюдатель, давший рисунки планеты, был Фонтана, неаполитанский астроном (наблюдения производил в 1636—1638 г.г.); на своих рисунках он отметил существование фазы Марса, но никаких подробностей на диске планеты ему видеть не удалось.

Значительный шаг вперед, по сравнению с рисунками Фонтана, представляют рисунки Гюйгенса и Кассини, наблюдавших Марс в 1656-1666 г.г. Независимо друг от друга они установили на поверхности планеты наличие не совсем устойчивых образований в форме расплывчатых темноватых пятен разной величины. Наблюдая движение их по видимому диску планеты, оба исследователя пришли к выводу о существовании суточного вращения планеты в течение около $24\frac{1}{2}$ часов *).

Кроме того, ими было установлено существование около полюсов планеты белых пятен. Рисунки этих наблюдателей, однако, еще чрезвычайно неопределенны, и очень трудно усмотреть в них известные нам теперь образования Марсовой поверхности.

Дальнейшие наблюдения парижского астронома Маральди (1704 и 1719 г.г.), привели его к следующим заключениям:

1°. Поверхность Марса имеет пятна, как поверхность Луны.

2°. Марс имеет вращательное движение вокруг оси, подобное земному, продолжительностью $24^h 39^m$.

3°. В противоположность Луне, пятна Марса неустойчивы.

4°. Полюсы отмечены светлыми пятнами.

Крупным шагом вперед в изучении Марса были исследования В. Гершеля (1777—1783 г.г.). Он пользовался уже гораздо более сильным инструментом, чем его предшественники. Гершель сделал значительное количество рисунков, на которых видны наиболее крупные объекты поверхности планеты, как напр., *Mare Cimmerium*, *Syrtis Major*. Вместе с тем, Гершель тщательно

*) См мемуары Cassini: „*Martis circa proprium axem revolvibilis observationes*“.

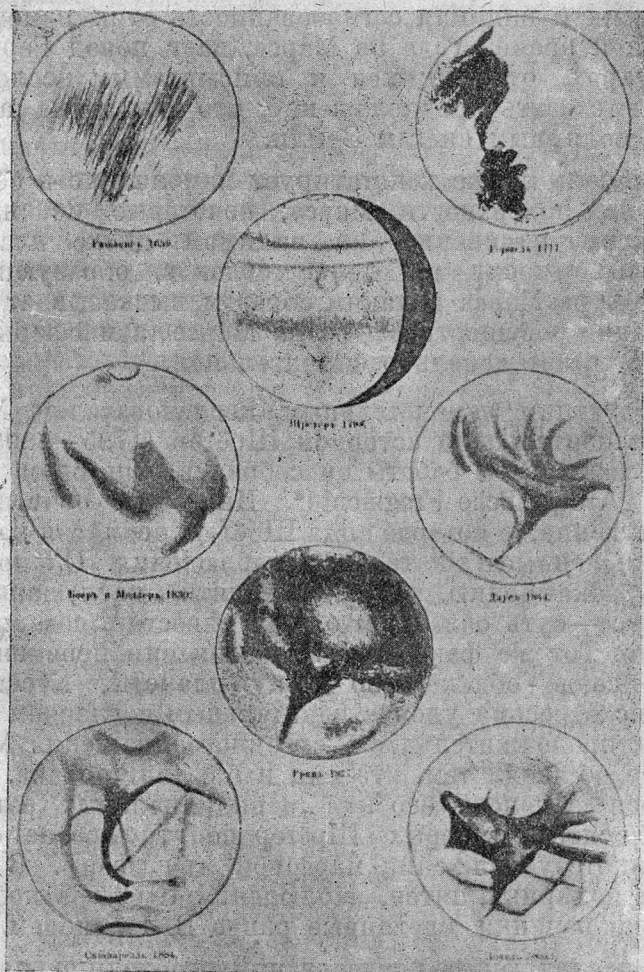
зарисовывал и изучал полярные пятна. Изменения в величине их и видимая согласованность этих изменений со сменой времен года на Марсе, дает повод Гершелю в мемуарах, относящихся к описываемым исследованиям, высказать предположение, что эти пятна аналогичны полярным снегам Земли.

Гершель также констатирует изменчивость образований на поверхности Марса; некоторые из наблюдаемых им изменений на видимом диске планеты, Гершель относит на долю облаков, образующихся в атмосфере Марса и, таким образом, высказывает предположение о существовании на Марсе атмосферы, которую считает довольно значительной.

Следующим замечательным исследователем Марса был лилиэнталевский астроном Шрётер (1785—1803 г.г.) Результаты своей работы он собрал в обширном сочинении „Aeografiche Fragmente“. Интересно отметить то заблуждение, в которое впал Шрётер, несмотря на свои многочисленные и тщательные наблюдения. Он пришел к тому заключению, что темные пятна, наблюдавшиеся на Марсе—суть облака, что, как известно, совершенно неверно. Тот же факт, что на основании перемещения этих псевдо-облаков по диску планеты, Кассини и Гюйгенс с весьма удовлетворительным согласием определили продолжительность суточного вращения Марса, Шрётер объяснял тем, что они наблюдали облака, находящиеся в полосе особых „меридиональных ветров“, для объяснения которых Шрётер попутно создает сложную гипотезу движений марсовой атмосферы. В отношении полярных пятен, наблюдения Шрётера подтвердили заключения, сделанные ранее В. Гершелем.

Из последующих исследований необходимо отметить обширные работы немецких астрономов Беера и Медлера (1830—1841 г.г.). На основании своих систематических наблюдений планеты, они впервые составили карту Марса, в течение 30 лет бывшую затем руководящей основой для всех последующих наблюдений.





Syrtis Maior на Марсе по рисункам наблюдателей в течение трех столетий. По мере увеличения оптической силы инструментов, рисунки отмечают все большее и большее количество деталей на диске планеты.

Карта эта, правда, с достаточной правильностью передает только наиболее крупные объекты марсовой поверхности.

Новым значительным шагом вперед были наблюдения директора римской обсерватории Секки, работавшего при помощи прекрасного телескопа обсерватории с отверстием объектива в 24,4 см. диаметром, фокусным расстоянием в 4,328 метра и увеличением от 300 до 400 раз. Секки отмечает уже цветовые оттенки различных областей поверхности планеты; он констатирует существование пятен рыжеватых, синеватых, желтых и зеленых. Кроме того, Секки заметил в южном полушарии планеты между полярным пятном и красноватой областью яркое белое пятно, обладавшее блеском, не уступавшим полярной шапке.

В мемуарах Секки*) читаем: „области красноватые, так же, как и голубоватые, кажутся слишком устойчивыми, чтобы можно было сомневаться в их природе: вероятно первые представляют собою твердые массы, а вторые—жидкость“. Относительно наблюдаемых белых пятен Секки высказывается так: „необходимо предварительно выяснить—устойчивые это пятна или переменные; если белые пятна меняют форму, то их можно рассматривать, как облака: если нет—то,—как льды, или континенты“.

Далее читаем: „Марс кажется определенно имеющим атмосферу; яркость диска гораздо слабее к краям, чем в центре; более того: отчетливость очертаний на планете исчезает вблизи от краев, что, повидимому, доказывает существование атмосферы, но только очень слабой, несомненно, гораздо более слабой, чем атмосфера Юпитера, а, может быть, даже и Земли“.

Три года спустя, во время весьма благоприятной оппозиции Марса в 1862 году, планета наблюдалась

*) „Osservazioni del pianeta Marte, Memoriae dell' Osservatorio del Collegio Romano“, 1863.

известным английским астрономом Локиером, пользовавшимся экваториалом с отверстием об'ектива в 6,25 дюйма и фокусным расстоянием в $8\frac{1}{2}$ футов.

Наблюдения его важны в том отношении, что они окончательно установили факт наличия на Марсе *устойчивых образований, детали коих подвержены, однако, постоянным и нередко весьма быстрым изменениям.*

Такое изменение зафиксировано например, Локиером, в области *Mare Cimmerium* двумя рисунками, существенно отличающимися друг от друга, хотя они сделаны всего на 53 минуты один после другого. Наличие столь быстрых изменений привела Локиера к заключению, что таковые вызваны прохождением над наблюдаемой местностью облаков, закрывающих отчасти поверхность планеты, вследствие чего и изменяются наблюдаемые очертания.

Касаясь природы красноватых и синеватых пятен на поверхности планеты, Локиер пишет: „Мои наблюдения привели меня к тому же выводу относительно природы пятен, к какому пришел и Секки. Для меня также—красные области представляют континенты, а зеленватые—моря“.

По поводу природы синеватых пятен интересную идею высказал оксфордский профессор Филлипс, наблюдавший Марс в оппозицию 1862 года. Он выражает ту мысль, что если бы темные области, считаемые Секки и Локиером за моря, действительно были таковыми, то в них, при определенных условиях, мы должны были бы наблюдать отражение солнца. Отражение это, по расчетам Филлипса, должно составлять около $\frac{1}{20}$ дуговой секунды. При увеличении в 300 раз это составит 15 секунд—величину заметную.

В ту же оппозицию 1862 г., а также в 1864 г. было произведено первое спектроскопическое исследование Марса—Гюйгенсом, Миллем (в Англии) и Фогелем (в Германии). Относительно состава атмосферы Марса оно не дало никаких результатов, и наблюдатели при-

шли к заключению, что спектр Марса является копией солнечного спектра. Неудовлетворившись этими результатами, Гюйгенс и Секки в 1867 г. и Фогель — в 1872—73 г. г. повторили свои исследования. При этом они пользовались уже более усовершенствованными спектроскопами и согласно пришли к следующим результатам, изложенным в мемуаре доктора Фогеля „*Untersuchungen über die Spectre der Planeten*“: „В спектре Марса находится очень большое число линий солнечного спектра. В менее преломляемой части спектра обнаружено несколько линий, не принадлежащих к солнечному спектру, но соответствующих линиям поглощения нашей атмосферы. Можно с достоверностью заключить, что Марс обладает атмосферой, по составу незначительно отличающейся от нашей, и которая, в частности, должна быть богата водяным паром“.

Одновременно с этим исследованием, немецкие физики Zöllner и Seidel произвели фотометрические исследования Марса. В частности, Zöllner определил альбедо*) Марса, найдя его равным 0,267.

Таковы важнейшие результаты наблюдений, накопившиеся с начала исследований Марса до перигелической оппозиции 1877 г., составившей эпоху в развитии наших знаний о Марсе. Суммируя эти результаты, мы получаем следующую картину явлений, зафиксированных наблюдениями планеты за рассмотренный период.

1. Поверхность планеты состоит из областей синевато-зеленоватой и желтоватой окраски разнообразных оттенков.

2. Области эти неизменны в главных своих очертаниях, но подвергаются значительным изменениям в деталях, иногда весьма быстрым. Это заставляет предполагать, что изменение очертаний вызывается образованием или прохождением облаков в атмосфере Марса, закрывающих собою наблюдаемую поверхность.

*) Отражательная способность.

3. Около полюсов планеты имеются белые пятна большой яркости, напоминающие земные полярные льды. Пятна эти значительно меняют свою величину, что, повидимому, находится в связи со сменой времен года на Марсе.

4. Иногда белые пятна, такого же характера, как и полярные пятна, наблюдались и вне полярных областей планеты.

5. Наблюдалось ослабление резкости очертаний к краям диска планеты, что свидетельствует наряду с явлением, указанным в п. 2, о присутствии на Марсе атмосферы.

6. Произведены были спектроскопические исследования света Марса, давшие указания на присутствие в его атмосфере водяного пара.

Исследования Скиапарелли.

1. Общее строение поверхности Марса.

Предыдущими наблюдениями Марса был пробужден чрезвычайный интерес к нему; интерес, усиливавшийся еще более все возрастающим совершенством оптических инструментов, позволявшим надеяться на новые открытия в области изучения планеты. Поэтому, астрономы усердно готовились к противостоянию 1877 г., возлагая на него большие надежды. Надежды эти сбылись в открытиях Скиапарелли, знаменитого директора Миланской обсерватории.

В этом году он предпринял обширные исследования Марса с целью: 1) нового определения направления оси вращения Марса, 2) топографической триангуляции поверхности Марса; 3) описания различных областей в южном полушарии и части северного полушария планеты; 4) исследования южного полярного пятна и 5) исследования атмосферы Марса.

Календарь Марса в эту эпоху был следующий:

Северное полушарие:

Южное полушарие:

1 мая 1877 года. Осеннее
равноденствие,

27 сент. 1877 года. Зимнее
солнцестояние,

6 марта 1878 г. Весеннее
равноденствие,

Весеннее равноденствие,

Летнее солнцестояние,

Осеннее равноденствие,

Скиапарелли пользовался при своих исследованиях экваториалом работы Мерца в Мюнхене с отверстием 0,218 метра и фокусным расстоянием 3,25 метра.

Употребляемое увеличение было большею частью 322; только в январе, феврале и марте, когда планета уже сильно отдалась, и видимый диск ее уменьшился с 28'' до 5'', Скиапарелли пользовался увеличением в 468 раз.

Работа Скиапарелли была огромным шагом вперед по сравнению с предыдущими исследованиями, благодаря применению им к определению положения точек на поверхности планеты микрометрического способа. Было определено положение 62 фундаментальных точек. Определяемым областям Скиапарелли давал новые названия, заимствованные большею частью из древней географии и мифологии.

Положение остальных точек поверхностей планеты Скиапарелли также определял микрометрически, путем интерполяции между основными точками.

В своих мемуарах*) Скиапарелли дает интереснейшее изложение результатов своих наблюдений Марса. Это изложение Скиапарелли начинает замечанием, что для краткости и удобства описания он будет употреблять выражения *географии*, не предрешая, однако, что эти обозначения для Марса будут соответствовать тем же самым предметам, как и на Земле.

Далее читаем: „о природе темных пятен на Марсе можно сделать, бесконечное количество гипотез; но вероятны из них лишь две; а из этих последних лишь одна хорошо согласуется с данными наблюдений. Первая — что пятна Марса аналогичны лунным, т. е. что поверхность Марса всюду твердая, наблюдаемое же разнообразие в оттенках зависит лишь от вещества, составляющего почву. Однако, эта гипотеза может объяснить наблюдения, лишь если ее дополнить вспомогательными гипотезами более или менее искусственными“.

Действительно, констатированные всеми наблюдателями быстрые и значительные изменения очертаний

*) „Reale Accademia dei Lincei“ (Roma, 1878)

пятен марсовой поверхности плохо согласуются с представлением о марсовой поверхности, как о чем то застывшем и безжизненном, подобном рельефу Луны.

Скиапарелли, поэтому, переходит к изложению другой, более вероятной по его мнению гипотезы. „Существование на Марсе полярных снегов, которое почти достоверно, а также туманов и облаков доказывает, что в атмосфере Марса существует метеорологическая циркуляция; что там пары, образуясь в некоторых областях, конденсируются в других.

Разумеется, невозможно допустить, чтобы эта циркуляция происходила исключительно в атмосфере, не касаясь поверхности планеты. Если пары на Марсе в некоторых местах конденсируются в виде кристаллов, то в других местах они должны конденсироваться в виде жидкости.

Эта жидкость должна собираться в более низких местах и давать начало морям более или менее значительным озерам. Пути, которыми эти продукты конденсации направляются к своим резервуарам, суть ручьи или реки с постоянным или переменным течением.

Правда, эта система могла бы быть подземной, наконец, сама метеорологическая циркуляция могла бы быть невидимой отсюда; но эти предположения становятся излишними с того момента, как мы увидели на Марсе явления, в точности похожие на те, которые представились бы на Земле наблюдателю с Марса“.

„Метеорология Марса“,—читаем затем,—„есть весьма близкий снимок с земной. На Марсе, как и на Земле—Солнце главный двигатель жизни, и его действием определяются там результаты, аналогичные нашим.

Теплота Солнца испаряет воду морей и поднимает ее высоко в атмосферу; этот водяной пар принимает видимую форму благодаря тому же процессу, который порождает и наши облака, т. е. вследствие различия температур и степени насыщения. Можно следить за облаками, увлекаемыми воздушными течениями над морями и континентами, и многие наблюдения, так

сказать, уже сфотографировали эти метеорологические изменения. Если мы не видели еще подлинным образом дождя, падающего на равнины Марса, то его можно угадывать по тому, как облака рассеиваются и образуются вновь. Если еще не видели выпадающего снега, то и его тоже угадываешь по тому, что на Марсе, как и у нас, зимнее солнцесостояние украшено инеем.“

„Таким образом, там есть, как и у нас, атмосферная циркуляция, и капля воды, похищенная Солнцем у моря, возвращается туда опять, упав из скрывшей ее тучи. И даже больше: хотя мы и должны серьезно воздерживаться от тенденции создавать воображаемые миры по образу нашего, тем не менее все это представляет нам, как в зеркале, такое органическое сходство с нашим миром, что трудно не пойти еще далее в этом описании“.

„Существование континентов и морей показывает нам, что планета была, как и наша, ареной геологических переворотов, породивших возвышенности и впадины почвы. Произошли опускания и поднятия почвы, изменившие первоначально ровную поверхность планеты. Следовательно, там есть горы и долины, плато и низменности, крутые овраги и утесы. Как дождевые воды возвращаются в моря? Посредством источников, ручьев, рек. Капля воды впитывается в рыхлую почву или скользит по твердой, вновь появляясь на свет в прозрачном ключе, журчит в ручейке, стремится в реку и величественно спускается плавным потоком к устью“.

„Поэтому трудно не видеть на Марсе картин, аналогичных тем, которые составляют и наш земной пейзаж: ручейков, сбегających по своему ложу, позолоченному солнцем; рек, пересекающих равнины и каскадом ниспадающих в глубь долин; потоков, медленно катящихся к морю через обширные низменности.

Морские побережья получают там, как и здесь, дань водных потоков, и море там так же—то спокойно, как зеркало, то взволнованно бурей“.

В такой поэтической форме Скиапарелли высказывает свой взгляд на строение поверхности Марса и характер его метеорологии.

Кратко говоря, гипотеза Скиапарелли о физическом строении планеты может быть обозначена, как геоморфическая гипотеза. Чрезмерность уподобления Марса Земле можно поставить в упрек великому наблюдателю.

Уже из самого характера приведенных цитат, из самого характера употребляемых Скиапарелли выражений видно, что художник—творец картины взял в душе Скиапарелли перевес над объективным наблюдателем. Войдем в некоторые подробности исследований Скиапарелли.

Касаясь различной окраски „морей“, он ее объясняет различной глубиной и степенью солености, следствием чего является различная степень поглощения световых лучей, вызывающая разницу в видимой интенсивности окраски морей и оттенках.

2. Каналы.

В качестве одного из доводов в пользу своей гипотезы, Скиапарелли приводит факт существования на поверхности планеты темных линий, соединяющих между собою пятна—„моря“. Линии эти Скиапарелли называет „каналы“, оговариваясь впрочем, что термин этот он употребляет условно, не предпреляя, что обозначаемые этим названием образования действительно соответствуют понятию „канала“ в земном смысле этого слова.

По Скиапарелли—„каналы“—суть линии, соединяющие моря между собою. Линии эти такого же цвета, как и „моря“, иногда несколько светлее. На карте Марса, которую Скиапарелли составил в результате своих наблюдений 1877-го года—таких линий около 30.

На этой карте они не представляют еще того характера прямолинейности и резкой определенности, который они приобретают на последующих рисунках

Скиапарелли. Пока мы имеем дело здесь лишь с довольно расплывчатыми линиями с нерезко выраженной прямолинейностью.

В качестве другого подтверждения своей гипотезы гидро-континентального строения поверхности Марса, Скиапарелли приводит наблюдаемые им изменения, происходящие время от времени в этих протоках-каналах.

Так, например, восточный рукав Солнечного Озера, который видели Медлер в 1830 г., Кайзер, Локиер, Росс и Лассель в 1862 г., а также Кайзер и Дэвис в 1864 г.,—в 1877 году не мог быть обнаружен, несмотря на самые тщательные поиски, которые привели к открытию гораздо более тонких деталей. Между тем, в 1879 г. Скиапарелли его нашел опять, дав наименование „Нектара“.

Такие исчезновения и новые появления каналов Скиапарелли объясняет изменением гидрологического режима в данной области, без сомнения аналогичным тому, что произошло с течением реки Желтой в Китае.

В 1879 году Скиапарелли продолжал свои наблюдения. На этот раз он пользовался тем же самым инструментом, что и в 1877 году. Однако, планета уже несколько отдалилась от земли; видимый диск ее уже не достигал, как в 1877 г.—28", а лишь 19",3—в момент оппозиции (19 ноября). К концу марта он уменьшился до 5",9.

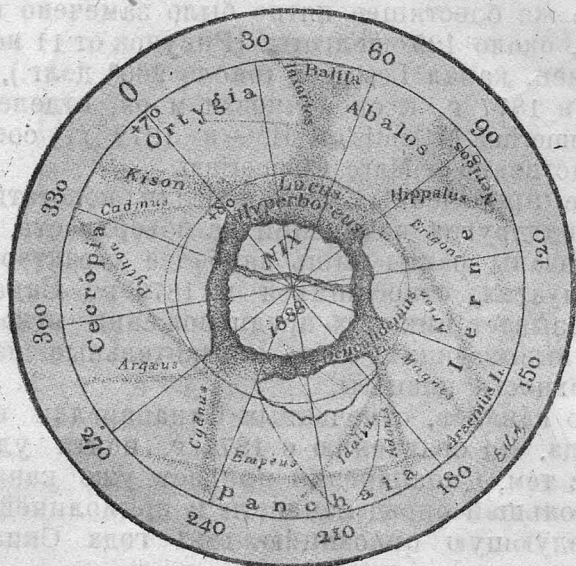
По отзыву Скиапарелли, условия наблюдения были большею частью превосходны. Стояла холодная зима, что способствовало спокойствию и прозрачности воздуха, допуская отличные изображения.

Скиапарелли продолжал свою программу, определив положение еще 114 фундаментальных точек; кроме того, он составил новую карту Марса.

Календарь Марса в эту эпоху был:

Южн. полуш.		Сев. полуш.	
1879 г., 14 авг.	Летнее солнцестоян.		Зимнее солнцест.
1880 г., 21 янв.	Осеннее равноденст.		Весен. равноден.

По сравнению с наблюдениями 1877 г., Скиапарелли заметил некоторые весьма интересные изменения. Напр., канал Hiddekel и некоторые другие, наблюдавшиеся в 1877 г.—исчезли; канал Ambrosia казался тонким и черным, между тем, как в 1877 г. он был сероватым и широким.



Проекция северной полярной области Марса в 1888 г. Полярное пятно темными полосами разрезано на несколько частей, что всегда наблюдается во время таяния пятен. Образующиеся при этом темные борозды и врезы в пятно появляются всегда в одних и тех же местах и зависят вероятно от характера поверхности планеты.

Канал Агахе, обладавший некоторой кривизной сделался почти прямым; канал Iris появился вновь; 11 ноября он был ясным и черным; к концу декабря он сделался менее интенсивной окраски и более широким.

Область Tharsis несколько раз покрывалась как бы белой вуалью; подобные же явления наблюдались и в других областях.

26-го декабря наблюдатель увидел белую полосу между 8° и 10° широты, пересекавшую область Tharsis.

Argyr I и Argyr II сияли белизною, такую же, как и полярные снега, как будто бы эти области также находились под снежным покровом.

Такое же блестящее пятно было замечено почти на экваторе, около 129° долготы. (Рисунок от 11 ноября).

Наконец, канал Lestrigon (около 200° долг.), примыкавший в 1877 г. к оконечности моря, отделенной от Mare Cimmerium Atlantis'ом II, — в 1879 г. соединился непосредственно с Mare Cimmerium.

Кроме приведенных, Скиапарелли констатировал и целый ряд других изменений на поверхности планеты; здесь указаны факты лишь наиболее характерные.

В мемуарах, относящихся к 1879 г., Скиапарелли не высказывает никаких предположений относительно причин, вызывающих столь поразительные изменения на поверхности планеты.

Число каналов, отмеченных Скиапарелли на карте этого года, по сравнению с 1877 г. почти удвоилось. Вместе с тем, Скиапарелли придает уже каналам характер большей определенности и прямолинейности.

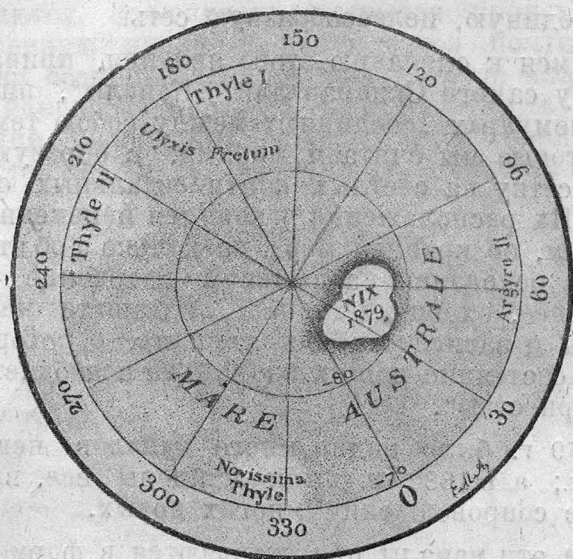
В следующую оппозицию 1881 года Скиапарелли продолжал свои исследования.

Календарь Марса в ту эпоху был следующий:

Южн. полушар.	Сев. полушар.
1 июля Летнее солнцестояние 1881 г.	Зимнее солнцестояние
8 декабря Осеннее равноденствие 1881 г.	Весеннее равноденств.
25 июня Зимнее солнцестояние 1882 г.	Летнее солнцестояние

Условия наблюдения были весьма благоприятными, а в течение 50 дней даже исключительными, позво-

лявшими применять наибольшее увеличение. Видимый диск планеты достигал 16''.



Проекция южной полярной области Марса в 1879 году. Полярное пятно изображено (1879) в период, близкий к его минимуму (рисунок соответствует лету южного полушария планеты). Пятно окружено темной каймой отмечавшейся всеми наблюдателями.

В течение этого периода наблюдений Скиапарелли открыл удивительные факты, заставившие одних подыскивать самые разнообразные гипотезы для объяснения наблюдаемых явлений, а других—усомниться в объективной реальности виденного знаменитым миланским астрономом.

Прежде всего, изучение каналов, которым Скиапарелли не переставал заниматься с 1877 г., привело его к открытию целого ряда новых каналов. Они теперь образовывали как бы легкую сеть, накинутую на диск планеты. В 1881 году Скиапарелли наблюдал не менее 60 каналов.

Но свойства, обнаруженные этой сетью каналов, оказались еще более поразительными, чем самый факт существования их. Эти линии, казалось, составляют какую-то единую, целесообразную сеть.

Обратимся к описанию этого явления, принадлежащему перу самого Скиапарелли. „Каналы“, пишет он в своих мемуарах, „соединяют между собою темные области, которые мы считаем морями, и образуют ясно видимую сетку на светлых континентальных областях планеты. Их расположение *) кажется неизменным, т. е. постоянным, по крайней мере, насколько я об этом могу судить на основании наблюдений в течение $4\frac{1}{2}$ лет; тем не менее, их вид и степень видимости не всегда одинаковы и зависят от обстоятельств, о которых современное состояние наших знаний не позволяет судить с достоверностью“.

„В 1879 г. было видно много каналов, невидимых в 1877 г.; а в 1882 г. были найдены все, виденные раньше, в сопровождении многих новых.“

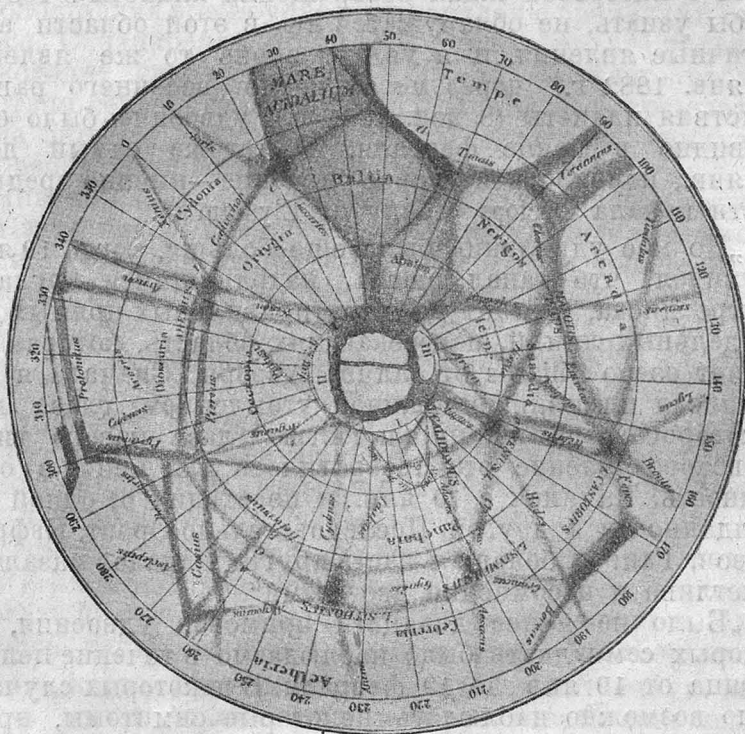
Иногда эти каналы представляются в форме туманных и расплывчатых линий; напротив, в других случаях—они ясны и отчетливы, как черта, проведенная пером. Вообще говоря, они проходят, как линии больших кругов, проведенных по сфере; но некоторые имеют заметную кривизну. Они пересекаются друг с другом под разными углами. Они имеют около 2^0 (ареографических) ширины и несколько из них тянется на 80^0 *). Окраска их почти такая же, как и морей, обыкновенно несколько светлее. Каждый канал упирается своими концами или в моря, или в другие каналы; нет ни одного примера, чтобы канал оканчивался посреди твердой земли“.

*) Т. е. каналов. Прим. перев.

*) Один градус равен на поверхности Марса 60 км.

3. Удвоение каналов.

„Но это еще не все; в известные периоды каналы удваиваются. Это явление кажется происходящим в определенную эпоху и наблюдается почти одновременно на всем протяжении континентов планеты. Никакого намека на него не было заметно в 1877 году в течение нескольких недель до и после летнего солнцестояния южного полушария планеты.



Проекция части северного полушария Марса (до 40° сев. шир.) с простыми и двойными каналами по рис. Скиапарелли в 1888 году. По мере таяния полярного пятна, каналы становились темнее и отчетливее.

В 1879 году представился единственный случай удвоения: 26 дек. этого года я заметил (незадолго до весеннего равноденствия, случившегося для Марса 21 янв. 1880 г.) удвоение Нила между Лунным Озером и заливом Geronium. Сознаюсь, что две эти правильные, одинаковые и параллельные черты повергли меня в глубокое изумление, тем более, что за несколько дней перед тем, 23 и 24 декабря, я тщательно наблюдал ту же самую область, не открыв ничего подобного.

Я с интересом ждал возвращения планеты в 1881 г., чтобы узнать, не обнаружатся ли в этой области аналогичные явления, и я увидел вновь то же явление 11 янв. 1882 г., через месяц после весеннего равноденствия планеты (8 дек. 1881 г.); удвоение было еще очевидно в конце февраля. В тот же самый день 11 янв., появилось и второе удвоение—именно средней части канала Cyclops с боку от Elysium'a“.

„Но мое удивление было еще больше, когда 19 янв. я увидел, что канал Iamuna, находившийся тогда в центре диска, состоит из двух правильных прямых параллельных линий, пересекающих область, которая отделяет озеро Niliacus от залива Авроры. Сначала я это приписал иллюзии, вызванной утомлением глаза или некоторого рода ненормальностью глаза нового типа, но вскоре явление это превратилось для меня в очевидность. Начиная с 19 янв., я переходил от одной неожиданности к другой. Последовательно Оронт, Евфрат, Физон, Ганг и большая часть других каналов казались отчетливо и несомненно двойными“.

„Было не менее двадцати примеров удвоения, из которых семнадцать было наблюдаемо в течение целого месяца от 19 янв. до 19 февраля. В некоторых случаях было возможно наблюдать некоторые симптомы, предшествовавшие удвоению. Так, например, 13 янв. легкая и неопределенная тень протянулась вдоль Ганга; 18 и 19 янв. там нельзя было ничего различить, кроме белых пятен; 20 янв. эта тень была еще бесформенной, но 21—удвоение было совершенно отчетливо, каким я его

и наблюдал до 23 февраля. Удвоение Евфрата, Титана и Пирифлегетона также началось в форме туманной и неопределенной“.

Далее, Скиапарелли указывает, что явление удвоения происходит таким образом, что рядом с уже существующей линией возникает новая, равная и параллельная первой, на расстоянии, меняющемся от 6° до 12° (350—700 км.) Параллельность этих линий иногда поразительно строгой точности; цвет их коричнево-рыжий, *) довольно интенсивной окраски.

Сопоставляя время удвоения каналов с временами года Марса, Скиапарелли пришел к выводу, что это явление происходит главным образом около весеннего равноденствия северного полушария планеты и прекращается около летнего солнцестояния, следовательно, занимает всю весну северного полушария.

Никакой аналогии этого явления на Земле не имеется; „все заставляет предполагать“, пишет далее, Скиапарелли, „что оно свойственно специально поверхности Марса и, возможно, зависит от смены его времен года“.

4. Области переходного характера.

Из других фактов, открытых Скиапарелли, заслуживают особенного внимания значительные изменения, происходившие на пространстве целых больших областей планеты.

К числу таких областей переменного вида относятся Mare Erithraeum, Deucalionis Regio, Pyrrhae Regio, Iaphigia, Oenotria и некоторые другие; Mare Cimmerium и Mare Acidalium также включают в себе подобные области.

Они могут принимать окраску, свойственную как морям, так и континентам и образовывать ряд переходных ступеней; они неясно отделены от соседних областей и как бы сливаются с ними.

*) В другом месте Скиапарелли характеризует цвет двойных каналов, как кирпично-красный.

Скиапарелли отмечает, между прочим, следующие интересные изменения:

1. *Mare Cimmerium.*

- 1877 г. Весьма темное, может быть, самое темное на всей поверхности планеты.
- 1879 г. Несколько светлее, чем 1877 г.
- 1881 г. Между 205° и 235° долготы совершенно светлое, в форме полосы, имеющей вид колонны.

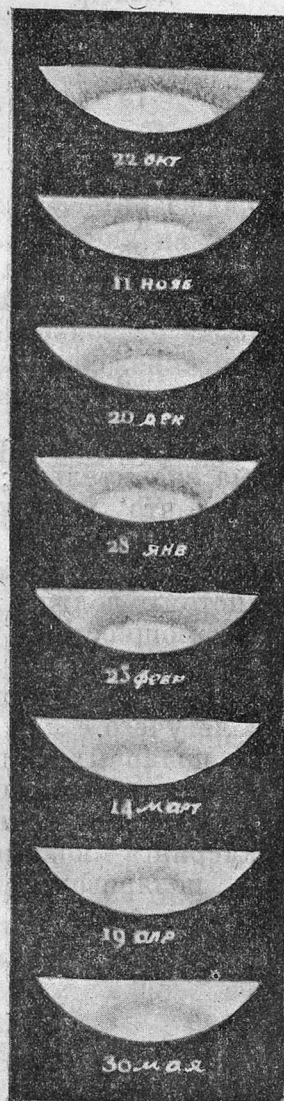
2. *Hellas.*

- 1871 г. Летнее солнцестояние южного полушария Марса. Эта область весьма правильно круглая диаметром около 30° ; цвет желтый; выглядит ярче у краев планеты, нежели у центрального меридиана. Однажды (16 дек. 1877 г.) такая же яркая, как полярные снега.
- 1879 г. Форма приблизительно круглая; но вместо блестящей поверхности — туманная; перерезана двумя отчетливыми каналами. Только две нижние четверти кажутся желтыми; две верхних — гораздо более темные.
- 1882 г. Яркость еще уменьшилась; цвет серо-пепельный; контуры неопределенные; напоминает рассеивающееся облако. В некоторых случаях около центрального меридиана имеет коричнево-желтый цвет, как *Deucalionis Regio*. Общая площадь этой области значительно уменьшилась, как будто бы часть ее оказалась занятой морем.

3. *Libya.*

Эта область как бы подверглась наводнению со стороны *Syrtis Major*. Пограничная линия между *Libya* и *Syrtis Major*, начиная с 1877 года, передвигалась к востоку, так что во время наблюдений в эпоху 1884—1888 г.г. эта область почти на 50 проц. оказалась занятой морем.

5. Изменения полярных пятен.



Полярные пятна Марса были предметом тщательных наблюдений и измерений Скиапарелли. Его наблюдения, в связи с работами других исследователей установили несомненную связь изменений размеров пятен со сменой времен года на планете. Каждое полярное пятно уменьшается с наступлением лета соответствующего полушария. Наименьшая площадь бывает приблизительно по истечении трех месяцев после летнего солнцестояния; затем начинается опять увеличение пятна, и спустя около 2—3 мес. после зимнего солнцестояния, наступает максимум площади.

Нижеследующая таблица, заимствованная из наблюдений Скиапарелли, показывает, какую несомненную связь полярные пятна имеют с временем года.

Изменение южного полярного пятна.

Дата.	Дни до—и после солнцестоян.	Диаметр пятна.
1877 г. 23 авг.	— 35	29 ⁰
22 сен.	— 5	15
4 окт.	+ 38	7
21 окт.	+ 59	8
28 нояб.	+ 106	5
27 дек.	+ 135	11
1888 г. 18 янв.	— 62	25
26 февр.	— 33	10
14 мар.	— 17	6
28 мар.	— 3	6
21 мая	+ 51	5
1 июня	+ 62	6

Уже эта таблица показывает, что изменения размеров полярных пятен Марса весьма значительны; но целым рядом наблюдений отмечено, что нередко в эпохи минимума полярные пятна вовсе исчезают без всякого остатка. Как известно, на Земле это никогда не случается; земные полярные льды, потому должны обладать, очевидно, гораздо большею мощностью, чем соответствующие образования на Марсе; или же полярные покровы Марса состоят из другого вещества, чем земные, более легкоплавкого и летучего.

Характерно, что во время таяния полярных шапок, вокруг них наблюдается темная полоса, окружающая пятно как бы бордюром и следующая за ним по мере его уменьшения. Наблюдения Пиккеринга показали, что свет, отражаемый этой полосой, поляризован, что указывает на присутствие там жидкости, очевидно образующейся при таянии полярной массы.

Исследования Лоуэлла.

Работами Скиапарелли был увенчан первый период накопления наших знаний о Марсе. Эти работы привели к важнейшим открытиям и установили существенные факты относительно изменений, происходящих на поверхности планеты; Скиапарелли высказал также предположения о зависимости этих изменений от смены времен года на планете.

Простая зависимость размеров полярных пятен от этого фактора не оставляла уже никаких сомнений; что же касается до связи с временами года изменений в отдельных областях Марса и системе каналов, то для окончательного установления этой связи требовалась тщательная разработка и систематизация всего накопившегося наблюдательного материала.

Между тем, достижение астрономами какого-либо единого взгляда по этим вопросам затруднялось еще тем обстоятельством, что разные наблюдатели видели поверхность Марса неодинаковой. Пунктом разногласия были каналы и их удвоение. В то время, как Скиапарелли, Перротэн, Бреннер, Лоуэлль и некоторые другие отчетливо видели и рисовали каналы—простые и двойные—в виде более или менее резких линий, образующих на диске планеты как бы триангуляционную сеть,—другие наблюдатели—Грин, Кобль, Трувло, Антониади, Юнг, Барнард—вместо прямолинейных каналов видели вдоль соответствующих направлений лишь смутные тени неправильных очертаний, или ряды темных пятен прерывистого характера и неправильной формы.

Таким образом, астрономы, работавшие над изучением Марса разделились на 2 группы, одна признавала реальность каналов,—другая ее отрицала.

Разногласие это приобрело тем большую остроту, что вопрос о реальности каналов был непосредственно связан с загадкой обитаемости Марса, так как сторонники реальности каналов, для объяснения их существования, прибегли к гипотезе об их искусственном происхождении, как оросительной системы планеты.

Именно вопрос об обитаемости Марса вскоре стал главным вопросом, привлекавшим внимание исследователей к этой планете.

Стали делаться попытки, с одной стороны, путем обработки уже имевшегося материала, выяснить наличие на Марсе условий, необходимых для существования жизни,—с другой стороны, с той же целью стали предприниматься новые исследования.

В основе всех этих попыток лежало воззрение, что жизнь может существовать на планете только при наличии там воды, атмосферы, похожей на земную, и известных температурных условий.

Поэтому, исследователи обратились к решению вопроса о существовании на Марсе воды и атмосферы и об ее составе; равным образом стали делаться попытки приближенно рассчитать среднюю температуру на Марсе.

Одним из крупнейших и неутомимейших исследователей Марса, а вместе с тем и главным представителем сторонников искусственного происхождения каналов и обитаемости Марса, является Лоуэлль. (Percival Lowell). Этот ученый энтузиаст, как его называет Фламарион, построил в 1894 году специальную обсерваторию для наблюдений Марса в пустыне штата Аризона в Соединенных Штатах Сев. Америки у местечка Флагстаф (Flagstaff) на горе Аретике, на высоте 2210 метров над уровнем моря. Обсерватория эта вооружена экваториалом работы Брэшера с объективом в 18 дюймов в диаметре и фокусным расстоянием в 8 метров. Увеличения—440 и 617, а для—микрометрических

целей—862 и 1305 Сотрудниками Лоуэлла в его работах были Пиккеринг и Дуглас.

Вследствие крайне сухого климата, на Лоуэллевской обсерватории имеют место чрезвычайно благоприятные условия наблюдения. Обычно, спокойствие и прозрачность воздуха там выдающиеся. Кроме того, число ясных ночей там также необычайно, достигая 300 в году.

Поэтому весьма интересно привести здесь описание телескопического вида Марса, даваемое на основании его наблюдений, произведенных в столь исключительных условиях *).

„Редкое зрелище“, пишет Лоуэль „может сравниться по красоте с Марсом, если рассматривать его при надлежащих условиях в телескоп; чем дольше мы смотрим на него, тем более величественным представляется он нам. Перед взором наблюдателя плавает на лазурном фоне пространства кажущаяся миниатюра его родной земли, перенесенной на небо.

„Внутри прекрасного, светлого диска он замечает, повидимому, материки и моря, которые то переплетаются друг с другом, то тянутся раздельно вдоль обширных областей диска и у полюсов увенчаны яркими белыми овалами“... „Краски отличаются здесь такой жизненностью, отчетливостью и разнообразием, что словесное описание дает лишь слабое представление... о них“.

„В более светлых областях преобладает розо-желтая окраска;—в темных—синие цвета“... „оба эти цвета выделяются и подчеркиваются ледяной белизной полярных пятен. Но ни тот, ни другой цвета не остаются совершенно одинаковыми: везде они дополняются оттенками, вследствие чего впечатление еще более усиливается. В некоторых частях светлых областей преобладает один желтый, в других розовый цвет сгущается в кирпично-красный, обливая поверхность огнем теплого заката. Не меньшим разнообразием отличаются

*) P. Lowell „Mars as the Abode of Life“—„Марс и жизнь на нем“, перев. под редакцией А. Р. Орбинского.

и синие области: здесь они темнеют глубокой тенью, там светлеют бледными пятнами, которые местами незаметно переходят даже в желтый цвет, образуя таким образом области с промежуточными оттенками, точные границы которых неуловимы для глаза“.

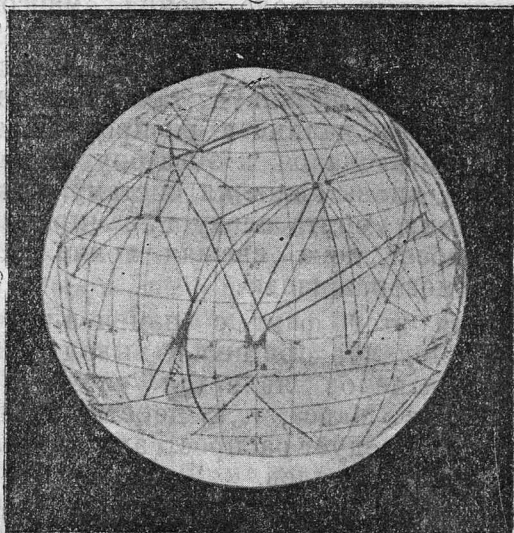
„Время от времени мы видим на этом общем опаловом лике планеты переходящие явления. Иногда в определенных местах наблюдается замена синего цвета теплыми шоколадно-бурыми тонами. Часто, кроме того, диск усеивается холодными белыми точками; блестящие алмазные точки украшают лик планеты таким великолепием, которое не изобразить кистью. Они так малы, что требуется особенно прозрачное и спокойное небо, чтобы увидеть их. Именно в эти моменты цвет планеты обнаруживается наилучшим образом. Даже для тех, кто в Солнце видит лишь золотой диск, а в Луне белый, Марс со всеми своими красками был бы настоящим откровением“.

1. Закономерность изменений, происходящих на поверхности Марса.

Работая в течение длинного ряда лет над изучением Марса, Лоуэлль сделал ценный вклад в наши знания о нем. Главная заслуга Лоуэлля состоит в систематическом исследовании связи изменений на поверхности Марса со сменой на нем времен года и в особенности изменений в системе каналов

Метод работы Лоуэлля состоял в следующем. Ежедневно со своими сотрудниками он делал зарисовки наблюдаемой поверхности Марса. Затем подсчитывалось количество рисунков, на которых данный канал был отмечен и число рисунков, где таковой отсутствовал. Отношением двух этих чисел характеризовалась степень видимости канала в соответствующую эпоху наблюдений. Затем, для каждого канала строились кривые видимости, которые наглядно показывали, как изменялась интенсивность канала с течением времени.

Подозревая, что увеличение интенсивности (видимости) каналов происходит не одновременно по всей длине каналов, а распространяется постепенно, в связи со сменой времен года, Лоуэлль свои исследования детализировал; он разбивал длинные каналы на отдельные участки, и кривые видимостей строил для каждого участка в отдельности. Сравнение этих



Общий вид Марса по рисунку Лоуэлля.

кривых с несомненностью обнаружило, что потемнение распространяется вдоль каналов постепенно, двигаясь в определенном, для всех каналов однородном направлении, как бы волной, распространяющейся по всей системе каналов.

Этот вывод Лоуэлль сделал на основании исследования 109 каналов (1903 г.). В среднем на каждый канал приходилось по 100 рисунков, так, что сделанные выводы основываются на изучении 10900 отдельных рисунков.

Сопоставляя время потемнения системы каналов с временами года на Марсе, Лоуэлль нашел, что наименьшая видимость каналов соответствует весне или началу лета исследуемого полушария. Вскоре после летнего солнцестояния начинается потемнение каналов, постепенно распространяющееся от полюса к экватору. Потемнение это, не останавливаясь на экваторе, переходит и через него, захватывая мало-по-малу и каналы другого полушария. Около конца марсовой осени система каналов вновь начинает бледнеть, ослабляясь в видимости все больше и больше. Но вот наступает лето в другом полушарии, и там повторяется та же картина; от полюса начинает распространяться волна потемнения,двигающаяся к экватору и перекатывающаяся за него, вновь оживляя систему каналов. После этого оживления опять следует замирание системы, она вновь слабеет, пока свежая волна с полюса не наполняет ее новой жизнью.

Сопоставляя этот факт с изменением полярных пятен Марса, Лоуэлль пришел к выводу, что потемнение системы каналов является следствием таяния полярных снегов Марса, т. к. действительно за этим явлением всегда следует распространяющаяся от полюса волна потемнения каналов.

Определения скорости потемнения каналов *по широте* привели Лоуэлла к выводу, что скорость эта составляет около 82 км. в день, т. е. 3, 4 км. в час. Открытие такой поразительной закономерности изменений, происходящих в системе каналов, в связи с открытиями все новых и новых каналов (число их на рисунках и картах Лоуэлла доходит до 400, между тем, как Скиапарелли отметил всего 113), заставило Лоуэлла высказать гипотезу о том, что система каналов представляет собою искусственное гидро-техническое сооружение, предназначенное для орошения всей планеты.

В распоряжении Лоуэлла имелось достаточное количество наблюдений и его собственных, и его предшественников, указывавших на чрезвычайную прозрач-

ность атмосферы Марса. Это давало основания пред полагать, что атмосфера Марса бедна водяным паром. К такому же результату приводили и спектроскопические исследования, предпринятые многими исследователями (напр. Кэмпбеллем, о чем ниже будет сказано подробно).

Лоуэлль поэтому пришел к заключению, что значительных свободных количеств воды на Марсе быть не может, и что единственные ее запасы заключаются в полярных снегах Марса. В виду этого, предполагаемые обитатели планеты поставлены в необходимость эти свои единственные ресурсы влаги использовать самым экономным и рациональным образом. Система каналов и служит этой цели. Воды, являющиеся продуктом таяния полярных снегов, немедленно поступают в мощную ирригационную сеть, разносящую запасы влаги по всей планете.

Распространяясь по лику планеты, влага несет за собою жизнь. Вдоль каналов начинается развитие растительности так же, как и в некоторых областях, получающих влагу, быть может, вследствие атмосферных осадков.

Этому то развитию растительности каналы и обязаны своею видимостью. Таким образом, по выражению Лоуэлля, мы видим в сущности не самый канал, а ту плоть, которой он покрывается, когда начинает жить. Такое предположение действительно несравненно более приемлемо, чем допущение существования *каналов* шириной в 100—150 км., которую можно считать средней из определений Скиапарелли *).

2. Подробности строения системы каналов Марса.

Исследуя подробности строения системы каналов, Лоуэлль и его сотрудники открыли следующие ее особенности, не замеченные прежними наблюдателями.

*) В последствии Лоуэлль приписывал каналам гораздо меньшую ширину.

1. Пиккеринг и Дугласс (1892, 1894 г.г.) открыли существование каналов в темных областях планеты, эти каналы находились в связи с остальной системой каналов.

2. Пиккеринг на пересечении каналов открыл существование особых небольших пятен, названных Лоуэллем „Оазисами“. Оазисы эти по измерениям Лоуэлля должны иметь около 300 кл. в поперечнике. Лоуэлль их не колеблясь признает местами вегетации, где должны также находиться и населенные центры марсовой территории.

3. Все двойные каналы оказались сосредоточенными в светлых областях планеты; в темных не было обнаружено ни одного двойного канала, между тем одиночных там множество.

Все двойные каналы связаны с темными областями; 28 из них соединяются с ними непосредственно, а остальные 23 связаны с другими двойными каналами, которые уже непосредственно примыкают к темным областям.

4. В местах вхождения в темные области двойных каналов, рукава этих последних имеют утолщения, которые Лоуэлль назвал „вилочки“.

Лоуэлль предполагает, что темные области планеты (сине-зеленоватые) расположены ниже светлых областей; поэтому, при проведении канализационной сети, инженеры марсиане, на границе светлых и темных областей принуждены были сооружать колоссальные шлюзы и плотины, значительно расширявшие прилегающую к ним область вегетации. Такого рода происхождение Лоуэлль именно и приписывает „вилочкам“.

Самые же темные области Лоуэлль полагает возможным считать областями вегетации. При этом предположении легко можно объяснить изменение цвета этих областей изменением состояния растительности, в зависимости от смены времен года, аналогично соответствующим явлениям на Земле.

5. Распределение двойных каналов по поверхности Марса оказалось подчиненным известной закономерности; именно они сосредоточены в экваториальных областях, как это видно из нижеследующей таблицы, помещенной в одном из циркуляров Лоуэлловской обсерватории.

Широта пояса.	Число дв. каналов.
90°—30° юж. шир.	0
30°—20° " "	3
20°—10° " "	9
10°—0° " "	20
0—10° сев. "	29
10—20 " "	26
20—30 " "	23
30—40 " "	20
40—50 " "	4
50—60 " "	3
60—63 " "	2
63—90 " "	0

Подсчет каналов в отдельных поясах этой таблицы был сделан таким образом, что в каждом поясе подсчитывались все проходящие через него каналы, в том числе и те, продолжения которых считались уже в предыдущих поясах. Поэтому, в приведенной таблице один и тот же канал может входить, как слагаемое в количества каналов нескольких соседних поясов.

6. Удвоение по наблюдениям Лоуэлла не является универсальным свойством каналов; напротив, оно присуще лишь меньшинству каналов. Из открытых на Марсе 437 каналов только 51 обнаруживали удвоение. Таким образом, это явление есть, повидимому, индивидуальная особенность некоторых каналов. Это обстоятельство служит, по мнению Лоуэлла, прямым опровержением всякой оптической теории происхождения двойных каналов. Зрительная иллюзия, конечно, не делала бы выбора между каналами, а удваивала бы все кана-

лы, одинаково направленные. Между тем, в действительности, двойные каналы расположены по самым разнообразным направлениям и *ничем* не отличаются от прочих каналов, кроме своего свойства удваиваться в определенные эпохи.

Поэтому, Лоуэлль считает удвоение каналов не только существенной особенностью некоторых из них, но, в известном смысле—единственным и постоянным их состоянием *. Двойные каналы—всегда двойные; но не всегда оба рукава их живут, поэтому, не всегда они и видимы. Если считать всю систему каналов искусственным сооружением, то нетрудно объяснить появление и исчезновение двойных каналов включением в оросительную сеть или выключением из сети второго рукава, в зависимости от необходимости пропустить через систему большее, или меньшее количество воды.

7. Ширина раздвоения различных каналов неодинакова, а колеблется в широких пределах. Так, линии, составляющие двойной канал Djehoun, отделены одна от другой всего двумя градусами; между тем, как составляющие канала Niloceras находятся на расстоянии одиннадцати градусов.

В первом случае это расстояние соответствует 126 км.; во втором—660 км.

Систематически производя измерения ширины пар, между прочим, путем сравнения их с толщиной паутинной нити микрометра, Лоуэлль пришел к тому заключению, что ширина пары для каждого канала есть величина постоянная, являющаяся его индивидуальной особенностью. Это обстоятельство Лоуэлль также считает существенным подтверждением реальности каналов и серьезным доводом против взгляда на каналы, как на продукты того или иного вида оптических иллюзий.

Таковы особенности таинственной сети каналов Марса, открытые Лоуэллем и его сотрудниками. Однако, в интересах об объективности изложения необходимо здесь

*) P. Lowell „Mars and its Canals“.

обратить внимание на то, что каналы Марса, по свидетельству всех наиболее выдающихся наблюдателей, принадлежат к числу труднейших небесных объектов. Тем более трудны их систематические исследования, или измерения. Поэтому и результаты этих исследований не могут претендовать на точность и бесспорность.

Насколько тонкими и трудно наблюдаемыми объектами являются каналы, свидетельствует тот факт, что Скиапарелли и Лоуэлль—эти два искуснейших наблюдателя, даже такую существенную черту, как *цвет* двойных каналов, характеризуют совершенно различно; по Скиапарелли—они кирпично-красного или коричневаторыжеватого цвета; по Лоуэллю они ничем не отличаются от простых каналов, т. е. имеют цвет „морей“ Марса.

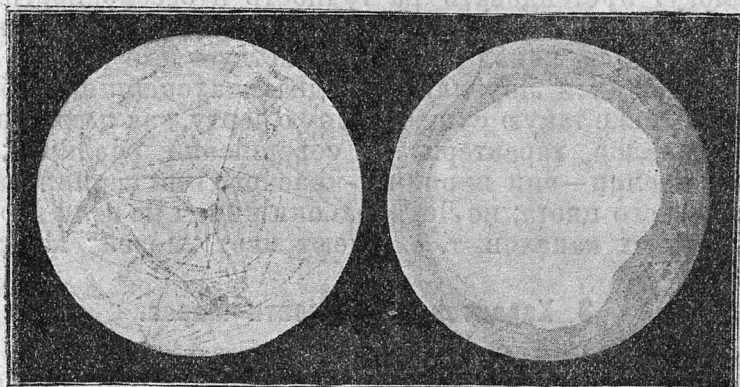
3. Характер поверхности Марса.

Считая установленным факт крайней скудности запасов воды на Марсе, Лоуэлль с этой точки зрения подходит к разрешению вопроса о строении поверхности планеты. По мнению Лоуэлля, свободных запасов воды на Марсе—морей—быть не может. Поэтому, сине-зеленые области имеют какую-то другую природу. Ключ к разгадке их тайны дают почти непрерывно происходящие изменения окраски этих областей.

Эти изменения отмечались всеми наблюдателями; еще Скиапарелли высказал предположение, что они находятся в связи со сменой времен года планеты. Исследования Лоуэлля окончательно подтвердили этот факт. Оказалось, что упомянутые области темнеют, приобретая более яркую окраску летом; осенью они вновь блекнут; зимою же часть из них покрывается снегом, оказываясь в черте полярных пятен планеты. Совершающееся постепенно изменение цвета этих областей нередко происходит в очень широких пределах—от темно-синего до желтого цвета.

Единственное вероятное предположение о причине подобных изменений цвета состоит в допущении, что

такие области — суть области растительности; развиваясь весной, растительный мир, также, как и у нас на Земле, должен изменить цвет пейзажа; осеннее увядание влечет за собою новое изменение цвета.



Южное полярное пятно Марса в минимуме и максимуме
(рис. Лоуэлли).

Очевидно, что растительность сосредоточивается там, где больше влаги, т. е. в более низменных местах поверхности планеты.

Поэтому, Лоуэлли полагает, что синие области расположены ниже уровня желтых. Следовательно в отдаленные времена, когда Марс обладал еще океанами, водные резервуары сосредоточивались именно там, где мы теперь видим темные области; т. е. эти последние представляют собою дно исчезнувших океанов Марса.

Более низкий уровень расположения темных областей планеты подтверждается также и наблюдениями; Лоуэлли и его сотрудники неоднократно замечали, что в моменты прохождения темных областей через край диска планеты, диск казался как бы приплюснутым, хотя это, конечно, может быть объяснено и оптической иллюзией.

Полную противоположность изменчивому и как-бы жизненному характеру темных областей представляют желтые, светлые области планеты. Они большею частью почти не меняют своей окраски, за исключением лишь зимы, когда часть их покрывается снегом. В связи с общим недостатком воды на Марсе, эта безжизненность их наводит на мысль, что мы имеем перед собою обширные пустыни, захватившие уже значительную часть поверхности планеты. Некоторые наблюдения, повидимому, подтверждают такое представление.

Так, 25 мая 1903 г. наблюдатель Лоуэлловской обсерватории Слайфер заметил выступ значительных размеров около середины терминатора планеты *). Выступ этот представлял собою длинную светлую полосу, параллельную терминатору и был отделен от него темной линией, вдвое меньшей ширины, чем самая полоса. Цвет выступа был охрооранжевый, весьма сходный с близлежащими частями поверхности планеты — именно областью к северу и западу от западного окончания канала Deuteronilus. Положение выступа изменялось в течение всего времени, пока он был доступен наблюдению. Как показывают изменения и вычисления, произведенные Лоуэллем и Слайфером, выступ передвигался со скоростью около 25 км. в час. Длина выступа была около 480 км. ($8,2^\circ$ ареографических); расстояние вершины выступа от терминатора — составляло около 0,07 радиуса диска.

В первый день это явление наблюдалось непрерывно в течение около 45 мин.; на второй день в соответствующем месте планеты Лоуэллю удалось подметить только небольшой выступ аналогичного характера; в следующие дни не было замечено ни малейшего намека на это явление.

Нет никакого сомнения, что описанные наблюдения имели своим предметом облако, передвигавшееся над поверхностью планеты. Охро-желтый цвет его приводит

*) „Lowell Observatory Bulletin“, № 1, 9 июня 1903 г.

Лоуэлля к предположению, что это не было облако водяного пара, а облако пыли, подобное наблюдающимся в Сахаре во время самума. Таким образом, это явление Лоуэлль рассматривает, как песчаную бурю на Марсе и считает доказательством пустынного характера желтых областей планеты.

4. Планетная эволюция по Лоуэллю.

Воззрение Лоуэлля на строение поверхности и современное состояние Марса находится в связи с его общими идеями о планетной эволюции. Придерживаясь планетезимальной гипотезы, эту эволюцию он рисует так *). Мир рождается от катастрофы — столкновения двух солнц, вследствие чего развивается огромное количество теплоты, и столкнувшиеся тела приобретают весьма высокую температуру. Далее следует последовательное охлаждение, протекающее в следующих стадиях:

1. Стадия Солнца; тело испускает свет.
2. Расплавленная стадия; тело нагрето, но испускает мало света.
3. Стадия отвердевания. Образовалась твердая кора и определились бассейны океана. Эра метаморфических пород.
4. Земноводная стадия. Водяной пар сконденсировался образовались океаны. Эра осадочных пород.
5. Безводная стадия. Океаны исчезли; водяной пар остался главным образом в атмосфере; он конденсируется в холодных частях планеты в виде дождя или инея.
6. Безжизненная стадия. Воздух покинул тело.

Нептун, Уран, Сатурн и Юпитер находится во 2-ой стадии; Земля — в 4-й, Марс — в 5-й; Луна и большие спутники других планет — в 6-й. Лоуэлль считает, что жизнь есть необходимая фаза в планетной эволюции.

*) См. книгу P. Lowell'a „Mars as the Abode of Life“.

Как только наступают соответствующие температурные условия на планете, и вода получает возможность находиться в жидком состоянии, планета должна стать носителем жизни. На универсальный, космический характер жизни указывает ее бесконечная приспособляемость к самым разнообразным внешним условиям. Жизнь одинаково встречается, как в темных глубинах морей, так и на вершинах высочайших гор; как в жарком климате тропических стран, так и в покрытых льдами полярных областях.

В процессе своего развития Марс также должен был пройти свою стадию зарождения жизни. Это была цветущая пора, молодость планеты. Она была богата водой и обладала мощной атмосферой, дававшими зародившейся жизни необходимые ей условия. Но, с течением времени, химические и физические процессы, о которых речь будет ниже, отняли у планеты ее воду и атмосферу. И жизнь на Марсе, успевшая в течение долгой планетной эволюции достичь высоких степеней совершенства, быть может, более высоких, чем земное человечество, вынуждена теперь вести отчаянную борьбу за свое существование со все прогрессирующим высыханием планеты.

Лоуэлль в своем прекрасном популярном сочинении „Mars as the Abode of Life“ *) пишет: „существование этой жизни наводит нас на размышления грустного характера: она скоро с космической точки зрения отойдет в вечность; нашим поздним потомкам не придется рассматривать жизнь на Марсе и истолковывать ее; она исчезнет без всякой надежды на возможность ее изучения или воссоздания. Для нас эта жизнь приобретает тем большее очарование, что ей осталось существовать уже недолго.

Процесс, приведший планету к ее теперешнему состоянию, должен идти вперед до рокового конца, пока не погаснет последняя искра жизни на Марсе. Несом-

*) Перевод под редакц. А. Р. Орбинского.

ненное высыхание планеты будет продолжаться, пока, наконец, поверхность ее уже не будет в состоянии поддерживать жизнь.

Медленно, но верно время погасит ее. Когда потухнет последняя искра жизни на Марсе, планета будет катиться мертвым шаром в пространстве и ее эволюция будет навеки закончена“.

Светящиеся выступы терминатора Марса.

Одним из интереснейших предметов, наблюдавшихся на Марсе, являются светлые выступы, показывающиеся время от времени у края диска или у терминатора *) планеты.

Эти выступы были видены очень многими исследователями. В 1890 году их наблюдал на Ликской обсерватории Кэмпбелль. Он сравнивает их с лунными горами и цирками, виденными в профиль у края луны, когда они проектируются на темную часть лунной поверхности.

Светлые выступы эти наблюдались Кэмпбеллем несколько ночей подряд—5, 6 и 16 июля—в одном и том же месте планеты—именно в области, называемой Темпе.

В виду этого, Кэмпбелль полагает, что явление выступов вызвано устойчивыми образованиями поверхности Марса—и, по аналогии с Луной, считает, что в данном случае наблюдались Марсовы горы, проектирующиеся в профиль на темную часть планеты.

Яркость выступов была очень велика; они казались еще более блестящими, чем полярные шапки Марса. Кэмпбелль приписывает это снегу, покрывавшему вершины гор и сиявшему своей белизной. Принимая во внимание расстояние Марса от нас в то время, как делались эти наблюдения, и угловую величину выступов,

*) Терминатор — линия, отделяющая освещенную часть планеты (дневную) от темной (ночной). С суточным вращением планеты эта граница, очевидно, перемещается по поверхности планеты.

Кэмпбелль высчитал, что высота этих предполагаемых марсовых гор должна быть около 3000 метров, т. е. значительно меньше величайших земных вершин.

Подобные наблюдения блестящих выступов на терминаторе Марса делались также Шеберле и Хольденом, причем выступы были замечены в области, называемой Noachis. Их видели опять в течение нескольких ночей к ряду, что заставило наблюдателей прийти также к выводу, что явление вызвано наличием гор со снеговыми вершинами в исследуемой области планеты. Впоследствии такие наблюдения делались целым рядом астрономов, однако не все подтвердили устойчивость светлых выступов. Так, например, Дугласс, сотрудник Лоуэлла, пишет о своих наблюдениях следующее: „во время оппозиции 1894 года нами наблюдалось около 350 блестящих проэций. Число раз, когда они существовали всего несколько часов и полностью исчезали в течение ночи, заставляет думать, что они обязаны своим происхождением облакам, возникавшим на различной высоте в момент захода солнца“.

Таким образом мы видим, что существует две гипотезы относительно природы рассматриваемого явления. Принятие одной из них не исключает другую. Весьма вероятно, что одни наблюдатели видели действительно горы, а другие облака. Для окончательного выяснения этого вопроса необходимы систематические наблюдения планеты с точным определением размеров и мест появления выступов. Такие определения в конце концов дадут возможность отделить постоянные образования от временных. К сожалению, до самого последнего времени обработанного наблюдательного материала в этой области совершенно недостаточно.

Сигнализация с Марсом и междупланетные сношения.

Блестящим выступам терминатора Марса давалось, однако, и другое толкование. Так, в 1894 году в английском журнале „Nature“ появилась заметка, что эти светлые точки, быть может, суть сигналы, которыми жители Марса желают дать жителям Земли весть о своем существовании. В то время как раз получили в публике большое распространение идеи Скиапарелли, Лоуэлла и Фламмарiona о многочисленности обитаемых миров и, в частности об обитаемости Марса; поэтому мысль о сигнализации с Марсом нашла благодарную почву.

Было предложено несколько проектов световой сигнализации. Одни предлагали воспользоваться солнечным светом и, отбрасывая его с помощью могущественных рефлекторов на Марс, заставить жителей Марса обратить внимание на появление на Земле светящихся точек; другие—предлагали установить грандиозные прожекторы с сильнейшими электрическими источниками света и сигнализировать ночью. Чтобы жители Марса не приписали этим световым точкам естественного происхождения, предполагалось свет гасить и вновь зажигать через равные промежутки времени.

Оригинальный способ подчеркнуть искусственное происхождение таких сигналов предложил астроном Шмолль; он проектировал расположить прожекторы в форме какого либо созвездия, например Б. Медведицы. В этом случае марсиане, если они располагают достаточными оптическими средствами, не могли бы не обратить внимания на такую странную фигуру, образу-

емую светлыми точками. Автор этой идеи указывает и места, где должны были бы стоять световые станции для получения требуемого эффекта. Это: Бордо, Марсель, Страсбург, Париж, Амстердам, Копенгаген, Стокгольм.

Быть может, гигантское развитие современной техники и сделает возможным осуществление подобных проектов. Однако Фламмарион по этому поводу восклицает: „несбыточные проэскты!“ Земное человечество поглощено материальными заботами, слишком повелительными, чтобы иметь возможность „забавляться“ подобными опытами; оно не имеет времени на „пустяки“. „Желудок слишком требователен“, — с горечью замечает затем Фламмарион, этот человек, в котором редчайшим образом соединился энтузиазм поэта с трудолюбием ученого.

В самое последнее время возникли и другие проэскты сигнализации с марсианами — именно, при помощи радио-сигналов, но практическая осуществимость их пока сомнительна.

Наиболее смелые мечтатели, обуреваемые жаждой проникнуть в тайны вселенной, идут, однако, еще дальше. Они надеются осуществить даже возможность путешествий на планеты. Общеизвестны фантастические романы Жюль-Верна, Уэльса и других, трактующие эту тему. Однако, механическая невозможность или практическая неосуществимость этих проэсктов также известна.

Жюль-Верн заставил своих героев отправиться на Луну в ядре, посланном в межпланетное пространство из жерла грандиозной пушки. Но если бы и удалось построить пушку достаточных размеров и зарядить ее взрывчатым веществом такой силы, которая необходима, чтобы развить нужную скорость (10 верст в секунду), то и тогда путешествие таким способом было бы неосуществимо. Чудовищной силы удар по ядру развившихся при взрыве газов без сомнения уничтожил бы пассажиров этого межпланетного снаряда. Что касается

до „кеворитного“*) дирижабля Уэльса, то он невозможен по механическим соображениям.**)

В настоящее время появились, однако, проекты межпланетных сообщений, механически — возможные при наличии известных технических достижений. К числу таких проектов принадлежит ракета Циолковского. Этот снаряд для межпланетных сообщений должен приводиться в движение силою взрывов, производимых в его хвостовой части. При каждом взрыве получается отдача, которая и сообщает движение ракете. Главным препятствием к осуществлению такого межпланетного снаряда в настоящее время служит отсутствие пока взрывчатого вещества достаточной силы. Но надо иметь в то же время в виду, что как только снаряд покинет земную атмосферу, то его передвижение значительно облегчится, т. к. не будет сопротивления воздуха.

В крайне разреженной среде межпланетных пространств, достигнув потребной скорости, можно будет прекратить взрывы, лететь дальше по инерции и, следовательно, не расходовать запасов „топлива“.

Циолковский для своей ракеты думал пользоваться взрывами гремучего газа, для чего в ней должен был быть достаточный запас жидкого водорода и кислорода.

В самое последнее время (в январе 1924 г.) в Москве инженер Цандер предложил интересное видоизменение ракеты Циолковского. Именно — комбинацию ракеты с аэропланом. Межпланетный корабль Цандера должен представлять собою грандиозный аэроплан, снабженный достаточным количеством взрывчатых веществ. В пределах земной атмосферы он должен передвигаться помощью винта и несущих поверхностей, как аэроплан; по достижении верхних, весьма разреженных слоев атмосферы, несущие поверхности, рули — словом вся

*) „Кеворит“ фантастическое вещество, изобретенное героем романа Уэльса „Первые люди на Луне“ Кевором и имеющее свойство уничтожать силу тяготения.

**) Желающих подробнее ознакомиться с этим вопросом отсылаем к популярной книжке Перельмана „Путешествия на планеты“.

аэропланная арматура—убирается внутрь корабля, от которого остается лишь корпус, представляющий собою гладкую шлифованную сигару из дур алюминия. В тот же момент начинает действовать взрывной аппарат в кормовой части корабля. Аэроплан превращается в ракету, уносящуюся в глубины вселенной. Направление движения корабля можно изменить, меняя направление взрывов.

Совмещение ракеты с аэропланом очень выгодно в том отношении, что позволит, быть может, уже в недалеком будущем с сравнительно небольшим риском предпринять пробные полеты хотя бы в ближайших „окрестностях“ Земли. Уже и такие полеты будут иметь огромное научное значение, т. к. дадут возможность действительно изучить строение земной атмосферы и подготовить почву к дальнейшему проникновению человека в глубь вселенной.

Исследования Грина и Черулли. Гипотеза Маундера.

Замечательные открытия Скиапарелли и Лоуэлла привлекли внимание многих астрономов к загадкам Марса. Проникновение в тайны этой планеты получило огромное общеполитическое значение, далеко выходящее за пределы чисто астрономического интереса. Марс стал постоянным предметом неустанных наблюдений. Однако, вскоре обнаружилось разногласие исследователей; они касались главным образом вопроса о каналах. Некоторые наблюдатели заявили, что они не могут подтвердить существования той сети прямолинейных геометрически правильных каналов, о которой говорят Скиапарелли и Лоуэлль. Так, Грин, Кобль, Трувло видели вместо каналов лишь смутные, мало определенные тени неправильного вида, расположение которых лишь в общих чертах соответствовало местам нахождения прямолинейных каналов Скиапарелли и Лоуэлла. Грин поэтому высказал гипотезу о том, что геометрической сети каналов на поверхности Марса не существует, а они представляют собою лишь оптические иллюзии, влияющие на наблюдение некоторых астрономов.

Впечатление канала, по Грину, возникает на границе двух соседних областей планеты, отличающихся между собою по оттенку или яркости.

Другие наблюдатели, например, Черулли (Терамо) неизменно видели геометрическую сеть каналов, но все же не придавали ей значения реальности, припи-

сывая этот геометрический вид также какой-либо оптической иллюзии.

В январе 1897 г. Черулли удалось заметить, что канал Lethes состоит из сложной неправильной системы очень маленьких пятен. Черулли тогда высказал предположение, что каналы Марса вообще суть группы маленьких темных пятнышек, расположенных вдоль известных направлений и сливающихся в одну линию вследствие недостаточной разделяющей силы инструмента. В подтверждение иллюзорности марсовых каналов, Черулли приводит тот факт, что, наблюдая в бинокль Луну, он на ее поверхности не раз видел сеть каналов, совершенно напоминающих собою каналы Марса. Но в действительности ничего подобного на Луне не существует. Луна, рассматриваемая в бинокль, как бы находится от нас почти на таком же расстоянии, как Марс, наблюдаемый в большие телескопы. Есть поэтому основания думать, заключает Черулли, что каналы Марса представляют собою иллюзию подобного же рода, порождаемую, вероятно, инстинктивным стремлением глаза соединять и группировать в линии отдельные пятна, которые казались бы разделенными при наличии более могущественного инструмента.

Эти соображения согласуются и с мнениями некоторых других наблюдателей. Так, в 1886 г. Деннинг в Бристоле заметил, что наблюдения не подтверждают того правильного геометрического вида каналов, который они имеют на рисунках Скиапарелли. Точно также, Юнг в 1892 г. вместо резких и отчетливых каналов Скиапарелли наблюдал лишь „бледные очертания, казалось, соответствовавшие положению каналов; но большие увеличения заставляли исчезать сходство, и на месте тонких линий можно было различить лишь смутные тени, неправильные, неопределенные и часто прерывистые“ *).

*)Flammarion, C. La planète Mars, т. II стр. 66.

К таким же результатам пришел в 1895 г. знаменитый Барнард, наблюдавший Марс в большой 0,91 метр. экваториал Ликской обсерватории и Антониади, разложивший в 1903 году два канала на их составные элементы.

Эти обстоятельства побудили Маундера, астронома Гринвичской обсерватории, указать следующие свойства марсовых каналов, свидетельствующие против их реальности.

1. Их ничтожная ширина, граничащая с теоретическим пределом видимости, даже когда Марс ближе всего к земле. По Лоуэллю, видимая ширина каналов не превышает 0.04—0.05 сек. дуги.

2. Расстояние не влияет на видимость каналов. В 1877 г. Indus был виден лучше всего, когда диск планеты имел 5'',7 диаметра.

3. Чрезвычайные различия в описаниях разных наблюдателей. Например, в 1890 г. Скиапарелли видел каналы, как узкие правильные полосы, а Гольден и Килер тогда же наблюдали их, как широкие и смутные расплывчатые пятна.

4. Величина и стремительность изменений в системе каналов и их удвоение. (Последнему Маундер решительно не находит никакого объяснения, кроме оптических причин того или иного рода).

5. Прямо линейность каналов у края диска, что не согласуется с законами перспективы.

6. Наконец, то обстоятельство, что в то время, как каналы были хорошо видны одним наблюдателям, для других планета не представляла никаких исключительных особенностей.

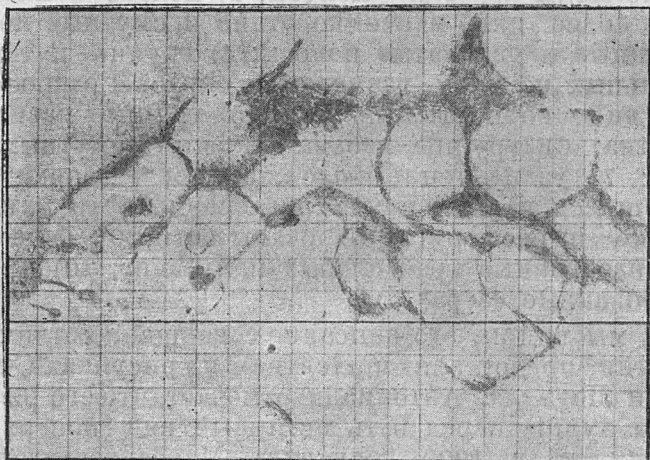
Эти возражения и накопившийся мало-по-малу наблюдательный материал все больше и больше колебали гипотезу Лоуэлла о существовании на Марсе сети искусственных каналов, созданной высоко-культурными жителями планеты в целях орошения.

Противостояние 1909 года. Работы Антониади.

Весьма понятен, поэтому, тот интерес, с которым астрономы и широкая публика ожидали благоприятного перигелического противостояния Марса в 1909 г., когда планета должна была весьма сильно приблизиться к Земле и, быть может, раскрыть людям свои тайны и разрешить все споры. Этот год действительно принес с собою большие открытия, но не в сторону, благоприятную для Лоуэлля. Целый ряд выдающихся астрономов, наблюдавших Марс с инструментами более могущественными, чем имевшиеся на Флагстаффской обсерватории, заявили, что они не видят и следа той геометрической сети, которую рисовали Скиапарелли, Лоуэллер и их последователи. Характерно в этом случае мнение Комас Сола (Comas Sola), опытного наблюдателя, не раз ранее видевшего каналы в небольшие инструменты; он заявил: „Это противостояние можно рассматривать, как совершенное падение теории геометрической сети каналов; в течение всего этого противостояния я не видел ни одного канала, имевшего вид правильной геометрической линии“.

Особенно важны относящиеся к 1909 году наблюдения Антониади. Располагая экваториалом Медонской обсерватории с объективом в 0,83 метра в диаметре, Антониади систематически наблюдал планету и составил новую карту ее поверхности. Он видел и отметил на карте до 50 каналов, но характер их весьма разнообразен и совершенно не похож на геометрическую

сеть Скиапарелли и Лоуэлла. Антониади так описывает телескопический вид Марса *): „При наилучших условиях наблюдения планета Марс представляется нам покрытой пятнами, имеющими весьма неправильную форму и цвет изменяющийся до бесконечности. Никакое постоянно видимое пятно (исключая, разумеется, не-



Карта части поверхности Марса от 80° до $+40^{\circ}$ широты по рис. Антониади в 1909 г.; системы прямолинейных каналов на ней нет; имеются лишь отдельные полосы, по своему положению соответствующие некоторым „каналам“ Скиапарелли и Лоуэлла.

большие „озера“, очертаний которых глаз не может определить в виду их незначительного размера) не представляет геометрической формы. Внешний вид планеты похож на вид Луны, если, разумеется, отвлечься от различия между живым миром и мертвой скалой, или же на зеленые пейзажи, как они видны

*) E. M. Antoniadi „Observ. de Mars et de ses satellites“. Bulletin de la Soc. Astr. de France, т. XXIII, 1909. Перев. Юшкевича в № 6 „Новых идей в астрономии“.

с воздушного пара. Таким образом, „геометрия“ Марса оказывается простой иллюзией“.

При этом важно отметить, что Антониади за все время наблюдений не видел ни одного двойного канала. Наблюдавшиеся „каналы“ представляли собою по описанию Антониади следующее: 1) узкие, черные, извилистые и короткие полосы; 2) неправильные, широкие, более или менее короткие и смутные полосы; 3) сложные и узловатые полосы; 4) группы пятен, неправильных по виду, размерам и окраске, расположенных в виде волнистых полосок; 5) группы извилин и др. пятна; 6) группы весьма бледных, смутных сгущений; 7) узкие тени около „заливов“, „морей“, расширяющиеся дальше в обширные размытости; 8) весьма широкие и бесформенные размытости; 9) более или менее изорванные края слабых полутонов; 10) простые изолированные озера“ *).

Как мы видим, это описание совершенно отличается от картин, представляющих нам на рисунках Скиапарелли и Лоуэлла. Антониади отмечает, что его рисунки должны лучше передавать истинный вид поверхности Марса, т. к. в 1909 году диск Марса достигал 17'', между тем, как при наблюдениях Скиапарелли в 1883—1884 г.г.—лишь 14''. Кроме того, сравнение объективов—медонского в 0,83 метра в диаметре и миланского—0,218 метра в диаметре показывает, что в общем условия наблюдений Антониади были таковы, как если бы планета находилась к Земле в 4 раза ближе, чем при наблюдениях Скиапарелли.

Выводы Антониади были также подтверждены Барнардом, наблюдавшим планету в большой рефрактор Ликской обсерватории (0,91 метра в диаметре) и Гэлем, директором обсерватории на горе Вильсон, располагавшим также могущественным 60 дюймовым телескопом. Гэль при этом констатировал, что, наблюдая

*) Е. М. Антониади. Физич. вид планеты Марс. Перев. Юшкевича, „Новые идеи в астрономии“, сб. № 6.

в большой Моунт-Вильсоновский рефлексор, он обнаружил на Марсе гораздо более мелких деталей, чем было замечено Лоуэллем; между тем узкие, геометрически-правильные каналы вовсе не были видны; поэтому их реальное существование на поверхности планеты Гэль считает весьма сомнительным.

Окончательный вывод, делаемый Антониади из его наблюдений за 1909 год—следующий: *) „истинный вид планеты Марс—естественный и похож на вид Земли



Вид Марса 6 окт. 1909 года (рис. Антониади). Поверхность планеты имеет совершенно естественный вид.

или Луны. При хороших условиях наблюдения нет никакого следа геометрической сети. „Континентальные“ области планеты разнообразятся бесчисленными черными пятнами весьма неправильной формы и интенсивности, спорадические группировки которых, с явно выраженной тенденцией к собиранию в полосы дают

*) Тот же источник.

в небольшие инструменты начало системы „каналов Скиапарелли“.

Эти выводы таких выдающихся исследователей, как Антониади, Барнард и Гэль, располагавших к тому же могущественнейшими в мире инструментами, следует считать, повидимому, решающими. Во всяком случае, после противостояния 1909 года до настоящего времени (1924 г.) нет ни одного исследования, которое могло бы дать какие-бы то ни было материалы для опровержения результатов Антониади.

Поэтому, современное состояние наших знаний о Марсе заставляет нас отказаться от гипотезы Лоуэлла об искусственной сети каналов. Разумеется, это еще не есть отказ от идеи возможности жизни на Марсе. Вопрос о существовании органической жизни на этой планете более общего характера, то или иное решение его не может быть связано с падением совершенно частной гипотезы об искусственной сети каналов. Только действительное проникновение в тайну физических условий Марса прольет свет на вопрос о возможности существования там органической жизни.

Главнейшие из этих условий—состав атмосферы, наличие воды и соответствующая температура, отчасти находящаяся в зависимости от этих факторов.

Работам в этой области будут посвящены некоторые из последующих глав.

Новейшие наблюдения Марса.

Наблюдения Марса после 1909 года до самого последнего времени не принесли ничего принципиально нового. Эти годы имели, однако, то значение, что сильно пополнили количественный запас фактического материала о Марсе, поэтому получилась возможность систематизировать наблюдаемые явления, ближе выяснить характер изменений отдельных областей Марса, точнее определить, что в этих изменениях случайно, а что периодически и зависит от времен года планеты.

В этом смысле очень интересна появившаяся в 1917 г. работа датского астронома Лау*) „Периодические изменения на Марсе“. Автор выполнил в ней чрезвычайно кропотливый труд проследить с самых первоначальных наблюдений до последнего времени изменения каждой области марсовой поверхности в связи с временами года планеты.

Следуя Лоуэллю, автор делит марсов год на 12 месяцев, называя их именами наших месяцев; месяцы эти расположены так, что они являются вполне аналогичными земным в отношении времен года. Разумеется, они вдвое длиннее земных. Продолжительность же времен года на Марсе следующая: весна 199 дней**), лето—183, осень—146, зима—159.

Данные наблюдений над каждой областью Лау группирует по Марсовым месяцам, получая таким образом,

*) „Astr. Nachrichten“ т. 204.

**) В земных сутках.

картину жизни отдельных частей планеты в различные эпохи ее года. Прежде всего, Лау останавливается на характере и изменениях полярных пятен планеты.

Из сопоставления многолетних наблюдений автор приходит к выводу, что полярные массы состоят из образований двоякого рода—именно, блестяще-белых снегоподобных пятен и матовых желтовато-белых туманов. Совокупность этих образований и представляет собою так называемые полярные шапки Марса.

Северное полярное пятно в „январе“ *) месяце не видимо, вследствие полярной ночи. В это время в некоторых околополярных областях, например в области Темре, наблюдаются многочисленные блестящие изменчивые массы, образуя как бы форпосты арктической области; вероятно, там имеются возвышенности, где выпадение снега и образование облаков обильней, чем в окружающих желтых областях.

В „феврале“ из арктической области выступают длинные снежно-белые полосы, особенно резкие на полярных „морях“ (Propontis, Acidalium, Utopia), где они достигают северной границы тропиков. В это время эта область затянута легким туманом, а собственно полярная шапка большею частью покрыта желтоватой пеленой облаков. Если тучи рассеиваются, то появляется подлинное зеленовато белое пятно. На тех местах, где позднее покажутся арктические „морья“, почва серая, как будто бы предполагаемые снеговые массы там уже растаяли.

В „марте“ и „апреле“ полярные массы достигают наибольшего распространения, но состоят частью из разбросанных пятен, весьма непостоянных, внезапно исчезающих, чтобы через несколько дней появиться вновь. Таким образом, белые массы северного полюса Марса весьма отличаются от наших полярных снеговых полей. Вероятно, первые образуют лишь тонкий слой инея на поверхности планеты.

*) Название месяцев в кавычках будут означать месяцы по марсову календарю.

К началу весны, северная полярная шапка напоминает скорее скопление облаков, чем снеговую массу; это объясняется, повидимому, обильным парообразованием, сопровождающим таяние полярных снегов.

В „мае“ и „июне“—размер пятна уменьшается. Туманы в это время еще продолжают, но бывают лишь мимолетными. В „июне“ полярные массы большей частью матовые и туманные, и темная кайма вокруг полярного пятна, наблюдаемая весной—отсутствует. Последние остатки полярного пятна очень неустойчивы; создается впечатление, что это уже лишь масса тумана, конденсирующаяся при понижении температуры и делающаяся прозрачной при повышении ее. Определенного минимума пятна нет; около летнего солнцестояния оно колеблется от 3° до 24° в диаметре.

В „сентябре“ туманы вновь начинают заволакивать полярные и околополярные области. В „ноябре“ и „декабре“ они становятся реже: происходит как бы концентрация полярных масс и образование собственно-снегового покрова.

Весною северное полушарие планеты почти совершенно покрыто волною туманов, и в течение лета непрерывные массы паров образуются на полюсе. После летнего солнцестояния парообразование прекращается, т. к. полярное пятно использовано целиком. В начале осени арктические области опять затуманиваются вследствие увеличивающегося холода; после зимнего солнцестояния наблюдается заметное увеличение северного полярного пятна, постепенно приближающегося к тропикам. Это расширение хорошо согласуется с Лоуэл-левскими кривыми видимости каналов (1903 г.).

Южное полярное пятно зимою наблюдаемо быть не может, т. к. скрыто во мраке полярной ночи. В это время южное полушарие до 30° широты бело-желтое. Только большие „острова“ Noachis, Argyre, Hellas и острова на юге от Mare Sirenum и Mare Cimmerium выделяются блестящими белоснежными пятнами. Вероятно, это возвышенности, покрытые снегом и поднимающиеся

над морем облаков и туманов, окутывающим соседние области планеты. Это соображение подтверждается тем, что светлые выступы на терминаторе планеты были видны Кэмпбеллем, Пиккерингом и другими именно в этих местах.

Собственно полярное пятно выступает только в „сентябре“ или „октябре“ из полярных туманов.

В это время наблюдаются часто многочисленные врезы в края пятна, несомненно находящиеся в зависимости от топографических особенностей почвы. В „ноябре“ полярное пятно начинает претерпевать сильные изменения: внутри появляются темные пятна и трещины, иногда соединяющиеся с темной каймой, окружающей пятно. Неоднократно наблюдалось появление таких полос около Novissima Thyle, что заставляет думать, что там действительно имеются узкие долины, из которых талые воды вымывают снег.

В „ноябре“ таяние в полном ходу; облачные массы, развивающиеся при таянии, наполняют „моря“ и могут даже отчасти закрыть „континенты“, т. е. только возвышенности выступают из этого облачного моря. Темное Mare Australe четырьмя трещинами входит в полярное пятно, а снежные острова распадаются на светлые едва заметные точки.

В „декабре“ и „январе“ облачный покров становится прозрачнее. Южные „моря“ делаются темными и отчетливо видными.

В „феврале“ вновь начинается вместе с понижением температуры парообразование.

В „марте“ и „апреле“ антарктическая область усеяна беловатыми пятнами; затем южный полюс исчезает в ночном полушарии, и до конца зимы антарктика однотонного беловато-желтого цвета с блестящими изменчивыми массами на больших „островах“.

В „июле“ и „августе“ южный полюс покрыт матовой беловатой облачной шапкой, в „сентябре“ опять появляется настоящее полярное пятно.

Южное полярное пятно кажется гораздо более массивным и устойчивым, чем северное.

Картина таяния южного полярного пятна напоминает таяние большой снежной или ледяной массы. Это различие происходит, видимо, потому, что сев. полюс лежит на обширной плоской возвышенности, а южный—на дне моря. Поэтому, быть может, на южном полюсе вода или осадки имеются в достаточном количестве, чтобы образовать снежную массу значительной мощности, между тем как северное полярное пятно состоит только из инея.

В соответствии с этими изменениями полярных пятен находятся периодические изменения темных областей Марса и „каналов“. Как типичный пример таких изменений, интересно рассмотреть *Mare Acidalium* в северном полушарии планеты. В „январе“ оно совершенно не видно, будучи закрыто полярными массами (тучи, туманы, снег). В „феврале“ *M. Acidalium* показывается из туманов, как темно-синее море на краю полярной шапки; все же нередко оно затушевано как бы полупрозрачной пеленой тумана. Вся область от *M. Acidalium* до *Margaritifer Sinus* в „феврале“ сильно вуалирована и блестяще белая, когда бывает у терминатора. Это, несомненно, свидетельствует о присутствии там в это время значительных облачных масс. В „марте“ туманы слабеют. *M. Acidalium* становится еще более темно-синим, а в соседних областях начинают резче определяться „каналы“.

В „апреле“ и „мае“ *M. Acidalium* совершенно темно-синее и видимо на всем протяжении. В „июне“ соседние области—*Baltia* и *Nerigos* становятся желтыми, и *M. Acidalium* представляет тогда собою пятно грушевидной формы, связанное с полюсом каналом *Jaxartes*, отчетливо появляющимся в это время.

В „июле“ середина моря становится светлее, а к концу этого месяца оно распадается на отдельные пятна, совершенно отделенные друг от друга светлыми разрывами. В течение „августа“ продолжается

побледнение „моря“. В „сентябре“ и „октябре“ вновь появляется вуаль туманов, все чаще и чаще затягивающие Mare Acidalium. В „ноябре“ оно исчезает под блестящими белыми массами (тучами, или снеговым покровом) и лишь в феврале следующего марсова года вновь появляется из под своего белого покрывала.

Полное исчезновение М. Acidalium зимою происходит, конечно, от распространяющихся с полюса снегов и туманов; но кроме постепенного вуалирования „моря“ и побледнения его в конце лета наблюдаются также изменения его вида, которые никак не могут быть объяснены одними туманами.

Прежде всего—это распад „моря“ на отдельные пятна, затем—изменения его цвета. Согласно Пиккерингу, перемены в окраске несомненны: в „феврале“ и „марте“ море темно серое, почти черное, весной—темно-синее, летом—синеvато-зеленое. Эти изменения лучше всего согласуются с гипотезой о развитии летом в темных областях Марса растительности, которая осенью вянет, так что сухая серовато-бурая почва вновь делается видимой.

Совершенно подобным образом совершаются изменения и других темных областей планеты, а также системы каналов; что касается этих последних, то новейшие наблюдения подтвердили ту картину их постепенного оживления от полюсов к экватору, которую нарисовал Лоуэлль, только сами каналы уже перестали рассматриваться, как правильные геометрические линии, реально существующие на поверхности планеты.

Теперь мы можем собрать воедино все, что непосредственные наблюдения Марса дали нам до настоящего времени. Из предыдущего изложения, которое большею частью велось в хронологическом порядке, мы видели, как, на основании данных наблюдений, одно представление о нашем соседе в планетной системе сменялось другим, более согласованным со вновь открываемыми фактами. Так, цветущий мир, нарисован-

ный Скиапарелли, заменился грандиозной пустыней Лоуэлла с расбросанными по ней редкими оазисами, со сказочно-громадной сетью каналов, покрывающей всю планету и немногочисленными областями растительности. Эту картину, как увидим ниже, сменит совсем мрачная, созданная Аррениусом, картина мертвого мира, почти лишенного атмосферы, замерзающего большую часть года в убийственном холоде, чтобы немного оттаять лишь в течение короткой середины лета. Но и это представление не будет окончательным. Открытие новых фактов, новое истолкование прежних—должно будет несколько смягчить участь планеты, немного поспешно приговоренной к смерти. Чтобы составить себе представление о Марсе, действительно отвечающее современному состоянию наших знаний в этой области, резюмируем те факты, которые можно считать твердо установленными наблюдениями.

1. Полярные пятна планеты уменьшаются летом и увеличиваются зимой; таяние полярных пятен сопровождается образованием туманов и облаков, простирающихся нередко до экваториальной зоны. Полярные пятна во время таяния окружены темной каймой.

Южное полярное пятно тает медленнее и более устойчиво, чем северное.

2. Темные (сине-зеленые) области планеты меняют свой вид; часть этих изменений находится в зависимости от времен года, часть их—непериодическая, повидимому зависящая от туманов и облаков, иногда окутывающих эти области. К числу периодических изменений относится изменение цвета.

3. Потемнение темных областей совершается с наступлением весны по направлению от полюсов к экватору. Вместе с этим совершается и потемнение „каналов“. Оно движется вперед со скоростью около 80 км. в день.

4. Сеть геометрически правильных прямолинейных каналов в большие телескопы не видна; на месте ее наблюдаются лишь смутные, расплывчатые разной интенсивности и формы очертания.

5. На терминаторе планеты наблюдаются иногда белые выступы, весьма блестящие. Некоторые из них несомненно представляют собою облака; другие, по видимому, — снежные вершины.

6. Белые пятна, совершенно такие же, как и полярные, наблюдались и в других областях планеты. Таковы, например, Noachis, Hellas и др.

Эти области, вероятно, представляют собою возвышенности, где вследствие более низкой температуры с большей силой должна происходить конденсация паров.

Таковы, в сущности, очень немногочисленные факты, установленные непосредственным наблюдением планеты.

Чтобы дальше проникнуть в тайны Марса, исследователи прибегли к другим методам: спектральному анализу, фотографии, фотометрии, а также теоретическим изысканиям. Этим работам будут посвящены следующие главы.

Спектроскопические исследования Кэмпбелля и Слайфера.

Спектральный анализ является могучим средством исследования небесных тел. В отношении планет он может быть использован для изучения состава их атмосфер.

Солнечный луч, прежде чем упасть на поверхность планеты, проходит через ее атмосферу; затем отражается от поверхности, второй раз пронизывает атмосферу планеты, проходит сквозь атмосферу Земли и уже тогда попадает в щель нашего спектрографа. Полученный таким образом спектр—есть солнечный спектр, пересеченный темными полосами; эти полосы соответствуют световым волнам, поглощенным атмосферами планеты и Земли. Чтобы обнаружить, какие именно полосы принадлежат атмосфере Земли, и какие—атмосфере планеты, спектр планеты сравнивают со спектром Луны, полученным при одинаковых условиях.

Луна не имеет атмосферы, а потому ее спектр—копия солнечного и содержит кроме этого лишь те линии поглощения, которые зависят от земной атмосферы, т.-е. так называемые *теллурические* линии. Поэтому, если спектр планеты отличается от лунного, наблюдаемого при одинаковых условиях, то эти отличия зависят только от атмосферы планеты.

Это обстоятельство и служит для изучения планетных атмосфер.

В 1894 году астроном, а впоследствии директор знаменитой Ликской обсерватории на горе Гамильтон в Калифорнии—Кэмпбелль предпринял спектроскопи-

ческое исследование Марса с целью изучения его атмосферы и, в частности, содержания в ней водяного пара.

Мы видели выше, что предыдущие спектроскопические исследования Секки, Гюйгенса, Жансена и др., привели к выводу, что атмосфера Марса во всех отношениях подобна земной, в том числе и в смысле богатства водяным паром. В ранних своих работах Кэмпбелль даже самое существование марсовой атмосферы подвергал сомнению. Тем более скептически отнесся он к выводам своих предшественников о наличии на Марсе плотной и богатой водяным паром атмосферы.

Кэмпбелль тщательно изучил предыдущие работы и пришел к выводу о необходимости новых исследований с целью проверки прежних результатов, в виду того, что они были получены при наличии гораздо менее совершенных инструментов, а нередко и при неблагоприятных условиях наблюдения.

Прежде всего, самые спектроскопы ко времени исследований Кэмпбелля стали гораздо совершеннее; кроме того, оптическая сила 36-ти дюймового ликского рефрактора по крайней мере в три раза превосходит силу инструментов, имевшихся у прежних наблюдателей. Далее, Ликская обсерватория расположена на горе, на высоте 1250 метр. над уровнем моря, что устраняет при наблюдениях влияние нижних слоев земной атмосферы, всегда почти беспокойных, содержащих пыль и богатых водяным паром. Эти обстоятельства очень портят дело, т. к. ими ухудшается качество изображений и маскируется слабый спектр планеты. На горе Гамильтон, напротив большей частью, воздух сух, чист и прозрачен. Относительная влажность *) его, например, в июле и августе не превосходит 35 %, а часто бывает и не более 20 %. Такой сухой воздух

*) Т.-е. отношение количества водяного пара, содержащегося в воздухе, к количеству, насыщающему воздух при той же температуре его.

уменьшает влияние земной атмосферы на спектральные линии водяного пара, что позволяет резче выступать влиянию поглощения атмосферы Марса.

Между тем, этот фактор мало учитывался прежними наблюдателями. Некоторые из предыдущих исследований делались при относительной влажности воздуха в 80, 85 и даже 90 процентов, наблюдения же Кэмпбелля — при относительной влажности в 15 процентов.

Наконец, Кэмпбеллем была принята во внимание и высота планеты над горизонтом, — играющая также огромную роль в смысле влияния земной атмосферы на исследуемый спектр планеты. Дело в том, что чем ниже планета над горизонтом, тем более длинный путь через земную атмосферу проходит ее луч и, следовательно, в тем большей степени сказывается на наблюдениях поглощательное влияние земной атмосферы. В особенности портят дело водяной пар и пыль, в изобилии содержащиеся в нижних ее слоях.

При наблюдениях Кэмпбелля — высота Марса над горизонтом была около 59° , при прежних работах она составляла от 35° до 45° ; таким образом, Кэмпбелль производил свои исследования при гораздо более благоприятных условиях.

Способ работы Кэмпбелля состоял в том, что спектры Марса и Луны наблюдались в то время, как эти светила находились на одинаковой высоте над горизонтом. Помощью особых приспособлений спектры получались один под другим и могли рассматриваться одновременно. Самое тщательное сравнение спектров, по мнению Кэмпбелля, не обнаружило в них никакой разницы. В обоих спектрах линии поглощения усиливались по мере приближения светил к горизонту, следовательно они зависели от одного и того же фактора — именно земной атмосферы.

В результате Кэмпбелль констатирует, что его исследования не обнаружили никаких указаний на присутствие водяного пара в атмосфере Марса. Поэтому он высказывает мысль, что полярные снега Марса не

могут состоять из снега и вообще не представляют собою замерзшей *воды*, подобно земным полярным снегам, а состоят из какого либо другого вещества, обладающего свойством при замерзании получать вид, подобный снегу. Быть может, говорит Кэмпбелль, белые шапки Марса состоят из твердой углекислоты, которая при замерзании дает белые хлопья, весьма напоминающие снег. В таком случае зимняя температура должна бы быть там очень низка, т. к. точка замерзания углекислоты лежит при $-78,^{\circ}4\text{ C}$.

После этого результата, совершенно противоположного полученному Гюйгенсом и Фогелем, они повторили свои исследования и опять нашли значительное усиление линий поглощения водяного пара в спектре Марса по сравнению со спектром Луны. При этом, Луна была даже ниже над горизонтом, чем Марс, так что действие земной атмосферы на спектр Луны должно было скорее вызвать обратный эффект.

Такое противоречие результатов исследований атмосферы Марса побудило Лоуэлла и его сотрудников предпринять в этой области новые изыскания. Помощник Лоуэлла Слайфер изготовил специально для этой цели фотографические пластинки чрезвычайной чувствительности и фотографировал спектры Марса и Луны в январе и феврале 1909 года. Применение фотографического метода вообще весьма выгодно в такого рода исследованиях, т. к. он совершенно свободен от всякого влияния индивидуальных свойств наблюдателя, а кроме того, фотографическая пластинка сохраняется долгое время и может быть подвергнута спокойному и продолжительному изучению и измерению, чего нельзя сказать о непосредственных наблюдениях глазом.

На всех своих пластинках Слайфер нашел *полосы поглощения водяного пара выраженными сильнее в спектре Марса, чем в спектре Луны.*

В особенности ясное различие обнаруживала в обоих спектрах полоса „a“, расположенная в красной части спектра.

Спектрофотографии Слайфера были точно измерены известным физиком Вери; на основании сравнения интенсивности линий поглощения, Вери нашел, что в атмосфере Марса содержалось в 1,75 раза больше воды, чем в земном воздухе в момент наблюдения у места фотографической с'емки.

Расчет показывает, что в таком случае воздух на поверхности Марса должен был бы содержать 2,12 грамма водяного пара на кубический метр. Такое содержание водяного пара соответствует насыщенной влажности при температуре $-10,3^{\circ}\text{C}$; в очень же сухом климате, при относительной влажности в 30—31 процент, что имеет место по всей вероятности в пустынях Марса, вышеуказанное содержание водяного пара соответствовало бы (по Аррениусу) температуре у экватора Марса в $+5^{\circ}\text{C}$ в полдень.

Между тем, Кэмпбелль в 1909 году также предпринял новые исследования. Он снарядил экспедицию на гору Витней (в Калифорнии) высотой в 4420 метров — самый высокий пункт в Северной Америке. Там, при очень трудных условиях Кэмпбелль выполнил свою программу. Дул холодный ветер, достигавший силы урагана. Температура была ниже нуля. Атмосферное давление было только 447 миллиметров, так что члены экспедиции много страдали от горной болезни. Во время с'емки влажность воздуха доходила до 0,5 — 0,9 грамма в кубическом метре, следовательно была от $2\frac{1}{2}$ до 4 раз меньше, чем при наблюдениях Слайфера. Луна и Марс фотографировались через короткие промежутки времени друг за другом. Наблюдавшаяся Слайфером полоса „а“ отчетливо была видна на photographиях спектров обоих светил, но в спектре Марса не было замечено ни малейшего следа ее усиления. Точно также обстояло дело и с другими полосами поглощения водяного пара.

Другие изыскания Кэмпбелля и Слайфера привели этих исследователей к выводу, что различие в спектрах Луны и Марса должно было бы обнаружиться, если бы содержание водяного пара в воздухе Марса равнялось

бы земному в момент и на месте наблюдений. В таком случае содержание воды в атмосфере Марса во время наблюдений Кэмпбелля не превышало 0,4 грамма на 1 куб. метр воздуха.

Это соответствует насыщенности влажности (точке росы) при -28° или, в очень сухом климате с относительной влажностью в 31 процент—температуре -17°C . Аррениус по этому поводу пишет: „эта температура, вероятно, еще выше, чем, средняя температура дня и ночи в летний день, так как фотографии были сняты во время полудня на Марсе. По всему этому ясно, что нам нельзя признать Марс за обитель, назначенную для живых существ. Возможно, что там есть скудные следы кислорода в разреженном воздухе. Низкая температура и скудно отмеренный водяной пар образуют неодолимое препятствие для существования даже простейших организмов в экваториальной области Марса. Разница между температурой дня и ночи при климате пустыни должна быть чрезвычайно велика.

Возможно, что температура днем, а он на Марсе почти такой же длины, как и земной (по Лоуэллю—вращение продолжается 24 час. 37 мин. 22,6 сек.)—выше точки замерзания; но всякая жизнь, которая там, может быть, развивалась, была бы безжалостно уничтожена ужасным ночным холодом“ *).

Дальнейшее сравнение и проверка условий работы Кэмпбелля и Слайфера показали, что Слайфер упустил из виду возможность изменения влажности воздуха за время, протекшее между моментами фотографирования спектров Марса и Луны. Именно, Слайфер снимал спектр Луны на 3—4 часа позднее, чем спектр Марса; быть может, изменением влажности воздуха за это время и объясняется то различие в спектрах обоих светил, которое было отнесено за счет влияния марсовой атмосферы.

С другой стороны, и в наблюдениях Кэмпбелля не все оказалось благополучно. Именно, Вери указал, что

* Св. Аррениус. „Жизненный путь планет“ Госиздат, 1920 г.

метеорологические условия на горе Витней во время исследований экспедиции Кэмпбелля—были очень неблагоприятны: „в то время во всей юго западной части Соединенных Штатов и Мексики была пасмурная погода с проливными дождями; влажность распространилась также и в высших воздушных слоях над горой Витней, а потому исчисление содержащейся в них воды было совсем сомнительно“ *).

Вместе с тем, Вери произвел новые измерения пластинок Слайфера, причем твердо установил, что полоса поглощения водяного пара „А“, а также обе кислородные полосы „В“ были в спектре Марса в 2,5 раза сильнее, чем в лунном. Установление этого факта относительно кислородных полос особенно важно потому, что если различие интенсивности водяных полос можно предполагать происшедшим от изменения влажности земного воздуха во время наблюдений, то во всяком случае относительно кислорода подобных изменений произойти не могло, а потому и разница в интенсивности кислородных полос должна всецело зависеть от поглощения—в марсовой атмосфере. На этом основании Вери считал доказанным, что в атмосфере Марса, как кислород, так и водяной пар имеются в большом количестве.

Неудовлетворившись этими результатами, Кэмпбелль предпринял новые исследования. В основу их он положил то обстоятельство, что если планета приближается к нам или удаляется от нас с достаточной скоростью, то все линии в ее спектре испытывают определенное смещение. Это явление хорошо изучено, и с помощью его даже можно определять скорости движения светил по лучу зрения. Таким образом, если фотографировать спектр Марса в то время, как он имеет по отношению к Земле достаточную скорость, то его линии в спектре займут особое смещенное положение, и их нельзя будет смешать с линиями земного происхождения. Пользуясь

*) Ibid.

этим, Кэмпбелль произвел свои исследования, при этом не было обнаружено наличие водяного пара и кислорода в атмосфере Марса. По мнению Кэмпбелля, линии этих веществ были бы заметны в спектре Марса, если бы их сила составляла хотя бы одну пятую часть интенсивности соответствующих линий земного происхождения. По этому расчету во время наблюдений Кэмпбелля содержание водяного пара в атмосфере Марса было только 0,12 гр. на кубический метр, что соответствует температуре насыщения в -38° и температуре в -27° для сухого воздуха, с 31 процентом относительной влажности.

Эти определения температуры относятся к утренним часам Марсова дня; в местности на Марсе, которая наблюдалась Кэмпбеллем, солнце вышло приблизительно за $4\frac{1}{2}$ часа до времени наблюдений. Поэтому, полученные температуры должны быть довольно близки к средней температуре дня и ночи Марса.

Без всякого сомнения, последние спектроскопические работы Кэмпбелля являются весьма важными и ценными.

Однако, как нам кажется, самый метод его включает в себе недостаток, способный уничтожить все преимущества, даваемые хорошими атмосферными условиями во время наблюдения, могущественными инструментами, и многоопытностью наблюдателя. Этот недостаток заключается в том, что *общий* спектр планеты, который был предметом исследований как Кэмпбелля, так и других спектроскопистов не дает, в сущности, никакого почти представления о влажности атмосферы *различных* областей Марса, давая лишь интегральную картину ее; кроме того, в общем спектре *затушевывается* влияние областей планеты, имеющих *малое альbedo*. По Лоуэллю альbedo желтых областей составляет 0,16; альbedo синих — 0,07. Это уже показывает, что в общем спектре, влияние синих областей должно проявляться в меньшей степени, чем влияние желтых; полярные массы Марса, имеющие альbedo свежевыпавшего снега должны в

сильной степени оказывать свое действие на характер общего спектра. Чтобы учесть относительное влияние этих основных категорий Марсовой поверхности на формирование общего спектра, надо еще принять в расчет взаимное отношение величин занимаемых ими площадей на поверхности планеты. Если примем, в согласии с Лоуэллем, площадь полярных снегов Марса в 0,14 его поверхности, то на долю желтых областей, не покрытых снегом, останется 0,54, а на долю синих—0,32. Умножив эти величины на соответствующие альбедо, найдем отношение сил света этих областей, или, что тоже,—степень участия каждой из этих областей в формировании спектра планеты.

Упомянутые отношения выразятся числами 11:9:2; где 11—характеризует силу света полярных снегов; 9—желтых областей; 2—синих областей; итак влияние синих областей—минимальное, оно составляет лишь $\frac{1}{11}$ общего света планеты. Но по общепринятому теперь взгляду синие области представляют собою впадины поверхности планеты; поэтому они являются также местами, где должны находиться последние запасы воды Марса. Именно синие области должны, поэтому, обладать наиболее влажным на Марсе воздухом. Но мы видим, что по чисто оптическим причинам, эта влажность, хотя бы и очень высокая, лишь в ничтожной степени способна повлиять на характер спектра планеты. Наибольшее влияние в этом отношении имеют белые области и желтые. И те, и другие должны иметь воздух с ничтожным содержанием водяного пара. Первые—по причине низкой зимней температуры; вторые—потому, что представляют собою пустыни, с климатом вероятно еще более сухим, чем пустыни Земли. И вот влиянием этих то областей на $\frac{10}{11}$ обуславливается характер получаемого спектра. Это чисто качественное рассмотрение вопроса уже показывает, в какой мере является фиктивным всякий вывод о влажности Марсовой атмосферы, основанный на общем спектре планеты. При той крайней слабости линий поглощения

планетных атмосфер, с которой приходится считаться при изучении и измерении спектрограмм, такое незначительное участие света синих областей Марса в формировании его спектра практически сводит их действие к нулю.

В наилучших спектрограммах Кэмпбелля мы имеем все же лишь спектр, почти исключительно созданный светом белых полярных масс и желтых областей Марса. И мы убеждаемся, что эти области—марсовы пустыни—также бедны водяным паром, как и пустыни Земли. Но нельзя упускать из виду, что на Земле вблизи великих пустынь нередко расположены очень сырые места; так, на материке Африки лежит ужаснейшая из пустынь Сахара, и там же расположена одна из самых сырых на Земле областей—бассейн реки Конго, где почти круглый год небо закрыто облаками. Точно также и на Марсе рядом с пустынями могут находиться области с влажным климатом. Необходимо поэтому твердо установить то положение, что нельзя говорить о климате Марса вообще, точно также, как это бы привело к нелепости по отношению к Земле.

Приняв во внимание все эти соображения, мы попробуем теперь сделать количественную оценку рассмотренного выше фактора, в применении к результатам Слайфера и Кэмпбелля. По Слайферу, содержание водяного пара в атмосфере Марса во время наблюдения составляло 2,12 гр. на 1 куб. метр воздуха. По Кэмпбеллю—0,12 гр. на 1 куб. метр. Остановимся сначала на результате Кэмпбелля. Согласно сказанному выше, принимаемое Кэмпбеллем содержание водяного пара 0,12 гр. на 1 куб. метр—есть некоторая средняя величина, обусловленная влиянием на общий спектр планеты света различных областей Марса. Для иллюстрации того, насколько мало говорит эта величина о действительной влажности их, сделаем произвольное допущение, что средняя влажность белых и желтых областей планеты была во время наблюдений Кэмпбелля 0,06 гр. на 1 куб. метр (это, быть может, уже не так

невероятно, принимая во внимание страшные холода, которые должны стоять зимою в полярных областях Марса)—т. е. обуславливала собою половину эффекта, производимого на спектр планеты.

Чтобы синие области могли произвести *такой же эффект*, воздух над ними должен был бы иметь в 10 раз больше содержания влаги, т. к. их световое действие в 10 раз меньше, как было показано выше. Итак, синие области могли содержать, не выходя из предела, указанного Кэмпбеллем, 0,60 гр. водяного пара на 1 куб. метр, что в 5 раз превосходит этот предел.

Но мы не можем считаться только с результатами Кэмпбелля; результаты Слайфера также должны быть приняты во внимание, тем более, что новейшие исследования температуры Марса скорее согласуются с определениями влажности Слайфера, чем Кэмпбелля. Слайфер получил содержание водяного пара в 1 куб. метре воздуха Марса—2,12 грамма. Исходя из вышесказанного, эту величину можно рассматривать только, как некоторую среднюю. Действительная же влажность различных областей Марса может очень сильно от нее отклоняться; в частности, *в областях с малым альбедо* влажность может в несколько раз превосходить величину 2,12 гр. на 1 куб. метр, т. е. вполне приближаться к влажности воздуха, наблюдаемой в умеренных климатах Земли.

Если допустить, например, что влажность синих областей в 4 раза превосходит 2,12 гр. на 1 куб. метр, то это будет соответствовать температуре около $+9^{\circ}\text{C}$ при насыщенной влажности и температуре $+15^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности в 66 процентов. Эти выводы совершенно противоположны тем, к которым пришел Кэмпбелль. Если результат Слайфера верен (а его справедливость подтверждается авторитетом Вери), то на Марсе могут быть области, обладающие умеренным климатом, вполне допускающим органическую жизнь.

Самый факт противоречия результатов у столь опытных исследователей, как Кэмпбелль и Слайфер, указывает на недостаточную чувствительность их метода исследования.

Способ наблюдения через светофильтры Г. А. Тихова.

Очень интересный способ изучения планетных деталей был предложен Г. А. Тиховым, астрофизиком Пулковской обсерватории *). Он исследовал Марс, наблюдая и фотографируя его через окрашенные стеклянные пластинки (светофильтры). Такие пластинки пропускают лучи только определенной длины волны, заключенной в узких пределах, т. е. почти монохроматичные **). Известно, что если мы будем, например, смотреть через красное стекло на рисунок, сделанный в два цвета—красным и зеленым, то красные линии почти совсем не будут видны, а зеленые будут видны, как отчетливые черные линии. Если тот же рисунок рассматривать через зеленый светофильтр, то получится обратный эффект:—зеленые линии пропадут, а красные будут отчетливыми черными линиями. Точно таким же образом, рассматривая через различные светофильтры диск планеты, мы можем составить себе представление о распределении окраски по ее поверхности. Применение светофильтров увеличивает контрасты между различно-окрашенными областями планеты, способствует таким образом, расчленению ее и, следовательно, увеличивает возможность изучения деталей.

Но это еще не все, фотографируя планету в различных лучах, мы можем получить известным спосо-

*) Изв. Ник. Гл. Астр. Обсерв., 1911 г. № 42.

**) Одноцветные.

бом цветные фотографии планеты, которые дадут возможность составить представление о действительной окраске различных областей Марса. Фотографии эти будут совершенно объективны и свободны от всяких погрешностей, связанных с наблюдением глазом.

Г. А. Тихов пользовался в своей работе четырьмя светофильтрами: красным, красно-оранжевым, желтым и зеленым. Самые лучшие изображения получались с применением красного светофильтра. Красные лучи в меньшей степени подвергаются влиянию беспокойства атмосферы, а потому изображение планеты в этих лучах было гораздо спокойнее, чем в других. Кроме того, значительно отчетливее выступали темные области и каналы.

„Сравнение фотографий *), полученных через красный и зеленый светофильтры показывает большое различие в окраске поверхности Марса. На красных фотографиях континенты (Hellas, Elisium, Ausonia и т. д.) являются местами наиболее яркими и своей интенсивностью значительно превосходят южную полярную шапку. Наоборот, на зеленых фотографиях—полярная шапка—самое яркое место диска. Моря очень темны на красных фотографиях и сероваты на зеленых“. „Главные каналы видны лучше всего на снимках красно-оранжевых и красных. Следовательно, цвет каналов похож на цвет морей“.

В данном случае мы имеем со стороны такого объективного исследования, как фотография, подтверждение того, что дали и непосредственные наблюдения глазом.

Применение светофильтров дало особенно интересный и важный результат в отношении атмосферы Марса. Оказалось, что влияние атмосферы Марса на чистоту изображений очень значительно на зеленых снимках и, наоборот, ничтожно на красных. Это обна-

*) С. А. Tikhoff L'application des filtres se lecteurs à l'étude des surfaces de Mars et de Saturne. Изв. Ник. Гл. Астр. Обсерв., т. IV, в. 1911. № 42, стр. 75.

руживается в общей замытости очертаний на зеленых снимках, а также в том, что к краям диска на них темные области делаются все светлее и светлее и наконец вовсе пропадают, сливаясь с блестящим ободком диска, образованным атмосферой планеты. На красных, наоборот, резкость очертаний равномерна по всему диску. Из этого следует, что поглощение света марсовой атмосферы похоже на поглощение земной атмосферы и возрастает по мере уменьшения длины волны.

Поглощение света в марсовой атмосфере, кроме того, очевидно довольно значительно, раз перемена цвета фотографии так сильно влияет на характер получаемых очертаний. Это обстоятельство находится в странном противоречии с результатами спектроскопических исследований Кемпбелля, не нашедшего никакой разницы между спектрами Луны и Марса, т. е. не обнаружившего никакого поглощения в марсовой атмосфере. Это лишний раз доказывает недостаточную чувствительность метода Кемпбелля.

Температура Марса.

Некоторыми исследователями были сделаны попытки приблизительного определения температуры Марса на основании теоретических соображений. Вопрос этот представляет исключительный интерес, потому что температура планеты является одним из главных факторов, определяющих господствующие на ней физические условия, в частности, и условия возможности существования жизни.

Поэтому, даже приближенное определение температуры Марса могло бы пролить значительный свет на природу известных нам об этой планете фактов. Знание температуры Марса—почти ключ к разгадке тайн этого соседнего мира. Если температура слишком низка—возможность жизни на Марсе исключается; следовательно, гипотеза Лоуэлла отпадает во всей ее широте; даже существование растительности на Марсе мы в этом случае уже не в праве предполагать. Наоборот, при достаточно высокой температуре, предположение о существовании жизни на Марсе приобретает большую вероятность, так как наблюдаемые изменения цвета некоторых областей его поверхности очень хорошо объясняются развитием там растительности и изменениями ее состояния.

Попытки определить температуру Марса базируются на двух источниках. Один из них—альbedo планеты; другой—данные о содержании водяного пара в атмосфере Марса, полученные на основании спектроскопических исследований. Исходя из альbedo Марса, температуру его определил Лоуэлль. Прежде чем перейти

к этому исследованию, остановимся несколько на понятии об альбедо и его роли в тепловой экономии планеты.

Альбедо есть отражательная способность поверхности; она выражается дробью, показывающей отношение количества отраженных поверхностью лучей к количеству лучей, падающих на нее. Альбедо различных веществ весьма различно; поэтому оно до известной степени характеризует исследуемое вещество.

Альбедо планет определялось фотометрическими измерениями, идея которых заключалась в следующем. Теоретически вычислялась яркость, присущая планете в том случае, если бы она отражала все падающие на нее солнечные лучи; затем находилось отношение яркости, определенной непосредственными фотометрическими измерениями планеты к этой теоретической яркости.

Для своих расчетов Лоуэлль пользовался измерениями Мюллера в Потсдаме и Целльнера (для Луны), согласно которым планеты имеют следующие альбедо:

Меркурий	0.17	Юпитер	0.75
Венера	0.92	Сатурн	0.88
Луна	0.17	Уран	0.73
Марс	0.27	Нептун	0.63

Различные горные породы, океан, лес, снег и пр., имеют следующие альбедо:

Белый кварцит	0.25	Океан	0.075
Сланцеват. глина	0.16	Снег	0.50—0.80
Темный шифер	0.09	Лес	0.07
		Облака	0.72

По измерениям Вери и Лангilea, альбедо земной атмосферы составляет 0.74.

Принимая в расчет альбедо различных видов земной поверхности (лесов, морей, пустынь и пр.) и их количественное распределение, Лоуэлль считает возможным принять, как среднюю величину для альбедо земной поверхности в целом—0.11; а т. к. земная поверхность получает лишь 25 % света, падающего на внешние гра-

ницы атмосферы (75% отражаются и поглощаются атмосферой) то количество света, отраженного земной поверхностью, составляет лишь 0.25×0.11 т.е. около 3% общего количества света, падающего на землю с ее атмосферной оболочкой.

Таким образом, общее альbedo земли, непокрытой облаками *) по Лоуэллю составляет $0.74 + 0.03 = 0.77$. Согласно исследования Тейссеран-де-Бора, небо на земле покрыто облаками приблизительно на 50%, а т.к. альbedo облаков равно 0.72, то окончательно, среднее значение альbedo земли получается около 0.75.

Рассмотрение альbedo земли и планет показывает, что чем слабее атмосфера планеты, тем меньше ее альbedo; самые меньшие альbedo имеют Меркурий и Луна, вовсе лишенные атмосферы.

Таким образом, альbedo планеты является важным критерием для суждения о значительности ее атмосферы.

Но оно играет большую роль и в тепловых условиях планеты. Уже непосредственно очевидно, что чем большая часть получаемого планетой тепла отражается ею обратно в пространство, тем меньше тепла остается на долю планеты. Таким образом, при прочих равных условиях планета с большим альbedo должна получать меньше тепла, чем планета с малым альbedo. Однако, в действительности, вопрос этот весьма усложняется тем, что чем больше альbedo, тем больше плотность атмосферы; и хотя с увеличением альbedo и уменьшается получаемое планетой тепло, зато, с увеличением плотности атмосферы возрастает ее теплоемкость, вследствие чего полученное планетой тепло лучше сохраняется от рассеяния.

Таким образом, эти два фактора—альbedo и плотность атмосферы, из которых первый является следствием второго, действуют в противоположные стороны. Точная связь этих факторов пока недостаточно известна, поэтому выводы о температуре планет, основан-

*) Вери производил свои исследования в ясную погоду.

ные на альbedo, имеют лишь известную вероятность, но не должны рассматриваться, как достоверные.

При расчете средней температуры Марса, Лоуэлль исходил из соотношения между альbedo земли и Марса и из количеств солнечного излучения, получаемого обеими планетами в зависимости от их расстояний от Солнца.

Приблизительно установив соотношение между количествами солнечной энергии, получаемыми Землей и Марсом, Лоуэлль применяет затем закон Стефана, связывающий излучение с температурой и определяет среднюю температуру Марса, исходя из известной нам средней температуры Земли. При этом расчете Лоуэлль принимает также во внимание роль облачного покрова на Земле и на Марсе, в значительной мере поглощающего тепловые лучи. Подробное рассмотрение этого исследования Лоуэлля завело бы нас слишком далеко, а поэтому ограничимся здесь лишь указанием на окончательный результат, полученный Лоуэллем. Среднюю температуру Марса он нашел равною $8,7^{\circ}\text{C}$ выше нуля. Автор этой книги, пользуясь новыми данными относительно альbedo планет, полученными Рэсселем, произвел новое вычисление средней температуры Марса по способу Лоуэлля; в результате получилось -4°C .

В самое последнее время (1921—1922 г. г.) были произведены новые исследования планетных температур помощью так называемого термоэлектрического столбика. При этом способе температура измеряется изменением силы электрического тока, получающимся вследствие нагревания проводника. Чувствительность этого электрического способа измерения температур очень велика. Термоэлектрическим столбиком при употреблении очень чувствительного гальванометра можно измерить колебания температуры до одной миллионной доли градуса.

Даже такая высокая чувствительность является едва достаточной при измерениях ничтожных колеба-

ний температуры, вызываемых тепловым излучением планет.

Указанным способом пользовались в своих работах Кобленц и Менцель. В сентябре 1923 г. Менцель опубликовал результаты своих последних измерений. Среднюю температуру Марса он определяет в 12° — 16° C. ниже нуля, хотя отдельные его измерения и приводили к температуре гораздо более высокой— 5° C. ниже нуля.

Средняя температура земли, как известно, равна 15° C. выше нуля.

Таким образом, годичная средняя температура Марса получается гораздо ниже земной. Главной причиной этого является разреженность марсовой атмосферы, лишь в незначительной степени способной удерживать теплоту.

Однако, с другой стороны, та же слабость марсовой атмосферы дает возможность солнцу с такой непосредственностью нагревать поверхность планеты, как нигде на земле. Поэтому, несмотря на низкую среднюю температуру, мы вполне можем думать, что летом днем температура на поверхности Марса поднимается значительно выше точки замерзания воды. Вся совокупность происходящих там изменений наталкивает на эту мысль, т. к. они наилучшим образом согласуются с представлением о циркуляции на планете воды и о развитии и изменениях растительности, связанных с временами года планеты.

Вместе с тем несомненно, что суточные колебания температуры на Марсе должны быть очень велики, в особенности, в совершенно лишенных влаги, пустынных областях; об этих громадных скачках температуры нам дает понятие климат наших пустынь, где (как, например, в Сахаре), разница между дневной и ночной температурой достигает 50° C, а годовые колебания температуры— 70° C.

В пустынях Марса, эти колебания должны быть еще грандиознее. Но едва ли возможно говорить о

климате Марса в целом, точно также, как этого нельзя было бы сделать относительно Земли. Наблюдения показывают, что на Марсе есть области, нередко скрытые под покровом облаков и туманов, что свидетельствует о влажности, присущей этим областям.

Присутствие влаги значительно увеличивает теплоемкость атмосферы, а потому температурные крайности в таких областях, конечно, значительно меньше, чем в марсовых пустынях, и, возможно, допускают существование тех или иных форм жизни.

Атмосфера Марса.

Замечательное сочинение К. Фламмариона „Атмосфера“ имеет эпиграф: „In ea vivimus, movemur et sumus“*) Эти слова подчеркивают громадную роль атмосферы для всего живущего на Земле. Действительно, все без исключения процессы не только живой, но и мертвой природы, происходят при участии атмосферы. Она дает дыхание и жизнь всему живому; она с нами при нашем рождении и смерти; первое дыхание ребенка, последний вздох умирающего и разложение трупа—дело атмосферы. Глубокая лазурь южного неба и холодный блеск северного сияния; тишина весеннего вечера и стремительный ураган; обжигающий самум и прохладный ветерок, несущий дождь—все это родится в атмосфере и атмосферой.

В союзе с водой она разрушает грандиозные скалы, превращая их в обломки: в процессе выветривания эти обломки она измельчает все дальше и дальше, делая из них песок и наконец пыль, настолько тонкую, что она днями может носиться в воздухе. Таким образом, под влиянием действия атмосферы даже рельеф поверхности планеты подвергается мало-по-малу изменениям.

В виду такого всестороннего значения атмосферы в жизни планеты, вопрос о планетных атмосферах был предметом многих исследований. Из предыдущего мы знаем, что, в частности на Марсе, присутствие атмосферы было установлено уже ранними наблюдателями.

*) „В ней живем, движемся и существуем“.

Последующие спектроскопические исследования, приведенные выше, дали некоторый материал для суждения о составе марсовой атмосферы.

Но кроме визуальных и спектроскопических исследований были также сделаны попытки подойти к решению вопроса о количестве и составе марсовой атмосферы на основании некоторых теоретических соображений.

Лоуэлль, например, пытался рассчитать массу марсовой атмосферы, исходя из ее альбедо. Он принимает, что плотности атмосфер Земли и Марса пропорциональны их отражательным способностям, т. е. относятся между собой, как 75 к 17. Это соображение основывается на том, что степень блеска воздуха зависит главным образом от взвешенных в нем твердых частиц, а чем плотнее воздух, тем большее число твердых частиц он в себе удерживает. Таким образом, плотность воздуха Марса получается около $\frac{2}{9}$ нашей земной на каждую единицу поверхности.

Если принять во внимание ускорение силы тяжести на Марсе,*) то найдем, что это количество воздуха соответствует барометрическому давлению у поверхности планеты в 64 мм. ртутного столба.

Такое низкое атмосферное давление должно способствовать очень быстрому испарению воды на поверхности планеты, что без сомнения вносит существенное отличие в характер влагооборота на Марсе по сравнению с Землей. Весьма возможно, что быстрота наблюдаемых на поверхности Марса изменений в значительной мере зависит от стремительности происходящих на нем процессов испарения.

Кроме того, низкое атмосферное давление не благоприятствует облакообразованию; как известно, мельчайшие капельки воды, составляющие облака, конденсируются вокруг твердых частиц взвешенных в воздухе. По редкости марсовой атмосферы, таких твердых

*) Полагая для Земли $g=1$, получим для Марса $g=0.38$.

частиц в ней взвешено гораздо меньше, чем в земной, поэтому условия для облакообразования там менее благоприятные, чем на Земле. В эту же сторону действует и более медленное падение давления марсовой атмосферы с поднятием вверх, обусловленное меньшей силой тяжести на Марсе. Быть может, эти факторы играют довольно значительную роль в той бедности марсовой атмосферы облаками, которая установлена наблюдениями.

Весьма интересную попытку разрешения вопроса о планетных атмосферах сделал Дж. Стоней *). Он исследовал этот вопрос с точки зрения кинетической теории газов. Как известно, по этой теории газовые молекулы, рассматриваемые, как эластические сферы, находятся в постоянном движении, обуреваемые скоростями, зависящими от температуры. Молекулярные движения происходят по всем направлениям. Движущиеся молекулы сталкиваются между собою, отскакивают друг от друга, ударяются об ограничивающую газ преграду и тем производят давление на нее. Индивидуальные скорости частиц различны, а их совокупность управляется законом вероятности Максвелля; они группируются около некоторой наиболее вероятной скорости, величина которой зависит от атомного веса и температуры газа.

Теория позволяет вычислить среднюю скорость для частиц каждого газа при данной температуре. Эта средняя скорость отличается от соответствующей тем же условиям наиболее вероятной скорости, т. е. самая малая скорость не может быть меньше нуля, а самая большая теоретически может возрастать до бесконечности.

Из механики известно, что каждое тело, имеющее скорость больше 11 км. в сек. уже не может быть удержано на земле силою ее притяжения; оно покинет зем-

* Johnston Stoney. "Of atmnspheres upon planets and satellitts" (The scientific Transaction of the Royal Dublin Society, nov. 1897).

лю и будет удаляться все дальше и дальше в пространство, чтобы больше никогда не вернуться назад.

Точно также, газовая молекула, на границе земной атмосферы достигшая такой скорости, оторвется и навсегда улетучится от земли.

Совершенно подобное явление должно, разумеется, происходить и с молекулами атмосфер других планет, только соответствующие скорости будут другие, в зависимости от масс и размеров планет. Именно, чем больше масса планеты, тем больше должна быть и та скорость, при которой тело может покинуть планету. Таким образом, если на данной планете газовые частицы, входящие в состав атмосферы, могут достигать на границе атмосферы надлежащих скоростей, то, мало-помалу, они будут покидать планету и рассеиваться в пространстве.

Расчет показывает, что такая предельная скорость для Земли составляет 11015 метр. в сек; для Марса—4803 м. в сек. и для Луны—2380 метр. в сек.

Нижеследующая таблица дает средние молекулярные скорости для некоторых газов при различных температурах.

Средние скорости газовых частиц в метрах в секунду.

Название газов	Т Е М П Е Р А Т У Р Ы:		
	66°	0°	500°
Водород Н	1603	1844	3103
Гелий Нe	1143	1305	2196
Кислород О	398	461	776
Углекислота СО ₂ . . .	319	393	661

Скорости отдельных газовых частиц, разумеется, отличны от средней скорости частиц всей массы газа;

отдельные частицы имеют скорости большие или меньшие, чем средняя скорость.

Поэтому, если при некоторых условиях, средняя молекулярная скорость какого-либо газа и меньше, чем предельная скорость для данной планеты, то все же может случиться, что отдельные частицы газа достигнут этой предельной скорости и удалятся с планеты в пространство. И чем ближе средняя скорость частиц газа подходит к предельной скорости, тем большее число газовых частиц будет ее достигать. Разумеется, особенно быстро должен происходить процесс рассеяния газа в том случае, если его средняя скорость при данных условиях превосходит предельную.

Как видно из приведенной таблицы, скорость газовых частиц тем больше, чем легче газ. Наибольшую скорость имеют частицы водорода. Кроме того, скорости возрастают с температурой. Теория показывает, что средняя скорость газовых молекул пропорциональна корню квадратному из температуры газа и обратно пропорциональна корню квадратному из его атомного веса.

Таким образом, легкие газы должны скорее улетучиваться с планеты, чем тяжелые; равным образом, рассеяние атмосферы должно происходить быстрее при высокой температуре, чем при низкой. Наконец очевидно, что чем меньше масса небесного тела, при одинаковых размерах, тем скорее оно должно потерять свою атмосферу, т. е. скорость, при которой оно силою своего притяжения уже не может удержать газовую частицу, будет достигаться большим числом частиц.

Рассмотрение атмосфер трех тел планетной системы, лучше всего нам известных—Земли, Луны и Марса вполне подтверждает этот взгляд: Луна, для которой предельная скорость наименьшая из всех трех—вовсе лишена атмосферы; Марс, предельная скорость для которого вдвое больше лунной, обладает уже довольно заметной атмосферой; наконец Земля, для которой пре-

дельная скорость в два слишком раза превосходит марсову, обладает мощным атмосферным покровом.

На основании приведенных выше соображений, Дж. Стоней пытается определить состав Марсовой атмосферы, исходя из состава земной атмосферы*). Именно, констатируя отсутствие в земной атмосфере гелия, Дж. Стоней заключает, что следовательно, частицы гелия достигали предельной для Земли скорости (11015 м. в сек.) в количестве достаточном, чтобы весь гелий мог улетучиться из земной атмосферы. Далее, Дж. Стоней ставит вопрос так: каким атомным весом должен был бы обладать газ, способный с такой же легкостью покинуть Марс, с какой гелий покинул землю.

Так как средние молекулярные скорости газов обратно пропорциональны корням квадратным из атомных весов, то очевидно, атомные веса газов обратно пропорциональны квадратам их молекулярных скоростей при соответствующих условиях. Поэтому, обозначая через E , искомый атомный вес, через E_{He} атомный вес гелия, найдем $E: E_{He} = 11,0^2 : 4,8^2 = 4,785$, т. е. атомный вес газа, способного покинуть Марс с такой же легкостью, как гелий покинул Землю,—составляет 4,785 относительно гелия, или 9,57 относительно водорода. Принимая во внимание температуру верхних слоев земной атмосферы, Дж. Стоней допускает, что это рассеяние гелия произошло при температуре около—66°C, т. е. 207° абс. шкалы. Таким образом, при этой температуре частицы гелия должны были в достаточном числе достигать скорости в 11 клм. в сек., которое в 9,27 раза превосходит среднюю молекулярную скорость частиц этого газа при указанной температуре.

Выше была указана зависимость между атомными весами, молекулярными скоростями и температурой газов. На основании этой зависимости, для водяного пара, молекулярный вес которого равен 9, найдем:

*) J. Stoney пользуется данными о составе земной атмосферы, которые уже не согласуются с современными.

$9,57 : 9 = 207 : T$, где 207 и T — суть температуры по абсолютной шкале, при которых достигается соответствующая скорость. Отсюда $T = 194^{\circ}7$ или $-78^{\circ}3C$. Таким образом, водяной пар должен был покинуть поверхность Марса при температуре в $-78^{\circ}3 C$ с такой же легкостью, как гелий — землю при температуре в $-66^{\circ}C$. Из сказанного Дж. Стоней заключает, что водяного пара не может быть в атмосфере Марса в сколько-нибудь значительном количестве; газы с атомными весами 14 и 16 — т. е. азот и кислород могли бы еще содержаться в атмосфере в значительном количестве. Ввиду отсутствия водяного пара, Дж. Стоней отрицает возможность растительности на Марсе, а без таковой и возможность нахождения там свободного кислорода. Поэтому, по его мнению, атмосфера Марса состоит из азота, углекислоты и аргона.

Придя к этому выводу, Дж. Стоней вынужден предположить, что полярные снега Марса состоят из твердой углекислоты, которая, как известно, при замерзании, образует хлопья, очень похожие на снег. Скорость и полноту таяния полярных покровов Марса Дж. Стоней объясняет тем, что углекислота — вещество гораздо более летучее, чем вода, и с наступлением марсова лета уже при небольших повышениях температуры должна стремительно испаряться.

Таким образом, с точки зрения Дж. Стоней углекислота в марсовой атмосфере играет роль, подобную роли водяного пара в земной атмосфере. „Однако циркуляция углекислоты в атмосфере Марса должна существенно отличаться от циркуляции воды на земле; углекислота стремится вниз, стелется по долинам и впадинам поверхности, располагаясь под слоем азота, с которым она плохо смешивается“.

Если допустить вместе с Дж. Стонеем, что полярные покровы Марса действительно состоят из твердой углекислоты, то мы должны предположить на этой планете чрезвычайно низкую температуру, т. к. точка замерзания углекислоты лежит при $-74^{\circ}C$. Ни о какой жизни,

разумеется, не может быть и речи при таком страшном холоде. Поэтому, стоя на точке зрения Дж. Стоней, мы должны представлять себе Марс безжизненной замерзшей пустыней, которая является ареной лишь мертвых физико-химических процессов. Такое воззрение, однако, плохо согласуется с наблюдениями.

Принципиальная сторона гипотезы Дж. Стоней едва ли может быть оспариваема; несомненно, процесс рассеяния атмосфер небольших небесных тел происходит; тому примеры—Луна, Меркурий, Марс. Поскольку кинетическая теория вещества является в настоящее время почти достоверно-истинной, мы должны признать известную роль молекулярных движений в рассеянии планетных атмосфер.

Однако, данные о составе земной атмосферы, которыми пользовался Дж. Стоней, уже не соответствуют нашим современным знаниям в этом вопросе. Так, Дж. Стоней, подходя к вопросу о составе марсовой атмосферы, исходил из того факта, что земная атмосфера не содержит в настоящее время гелия; Дж. Стоней принимает, что гелий содержался раньше в земной атмосфере так же, как он имеется сейчас на Солнце, а затем рассеялся в пространстве вследствие достижения частицами газа предельной для Земли скорости. Приняв это положение, Стоней определяет, как мы видели выше, атомный вес газа, который мог бы с такой же легкостью покинуть Марс, как гелий Землю.

Исследования Буссенго и Армана Готье, однако, доказали наличность в воздухе не только гелия, но и водорода, который вдвое легче гелия,

Благодаря этому обстоятельству, если не принципиальная, то числовая сторона исследования Стоней в значительной мере теряет под собою почву.

По определению Армана Готье, процентное содержание водорода в нижних слоях атмосферы составляет около 0.003%, с повышением же над поверхностью Земли оно возрастает, и газы в атмосфере располагаются приблизительно в порядке своего удельного веса—

именно у поверхности земли—самые тяжелые, а с поднятием кверху получают преобладание все более и более легкие газы. Согласно работам доктора Вегенера в Марбурге, процентный состав воздуха на различных высотах определяется следующим образом:*)

Высота в километрах	Давление в м/м.	Водород 2	Гелий 4	Азот 28	Кислор. 32	Аргон 39,9	Углеродная кислота 44	Вода 18
0	760	0,0033	0,0005	78.1	20,9	0.937	0.03	1.41
10	197	0,0033	0,0005	78.1	20,9	0.937	0.03	0.14
30	8.95	—	—	85	15	0.29	0.0064	0.5
50	0.45	1	—	88	10	0.10	0.0014	1.7
70	0.045	13	1	80	6	0.05	0.0005	—
90	0.0157	68	5	26	1	—	—	—
110	0.0116	94	5	1	0	—	—	—
130	0.0097	96	4	0	—	—	—	—
210	0.0055	99	1	—	—	—	—	—
310	0.0032	100	—	—	—	—	—	—

Эта таблица показывает, что начиная, с высоты около 90 клм., водород является господствующей составной частью земной атмосферы.

К некоторой оценке сравнительного влияния молекулярных движений на рассеяние атмосфер Земли и Марса можно подойти следующим образом. Рассматривая предельные скорости для Земли и Марса, мы видели, что они относятся между собою, как 11,0 к 4,8. Чтобы сравнить, с какой легкостью эти предельные скорости могут быть достигнуты газовыми частицами на Земле и на Марсе, мы должны принять во внимание различие температур на обеих планетах, так как от этих температур зависит средняя скорость газовых

*) Все величины даны в % и отнесены к объему.

Таблица заимствована из Sv Arrenius „Lebenslaufder Planeten“.

частиц. Для этой цели мы можем пренебрегать различной способностью Земли и Марса к удержанию теплоты, так как речь идет о верхних слоях атмосфер обеих планет; тепловой режим этих слоев, по всей вероятности, одинаков для Земли и Марса, а потому в нашем расчете достаточно принимать во внимание лишь различные расстояния Земли и Марса от солнца.

Количество солнечного излучения на единицу поверхности Марса составляет $\frac{4}{9}$ получаемого Землею. При наличии температурного равновесия в таком же отношении должны находиться и количества излучаемой этими телами теплоты. Так как по закону Стефана, излучение тела пропорционально четвертой степени его абсолютной температуры, то получим, что температуры верхних слоев атмосфер Земли и Марса относятся между собою, как 1 : 0,82. Молекулярные же скорости газов пропорциональны корням квадратным из абсолютных температур, т. е. молекулярные скорости одних и тех же газов на верхних границах атмосфер Земли

и Марса относятся между собою как: $1 : \sqrt{0,82} = 1 : 0,9$.

Таким образом, средняя скорость частиц некоторого газа в верхних слоях атмосферы Марса, вследствие более низкой температуры, составляет 0,9 от такой же скорости на земле. Так как предельная скорость для Марса—4803 метра в секунду—от температуры не зависит, то понижение средней скорости газовых частиц на Марсе на 10 проц., по сравнению с Землею, имеет такой же результат в смысле возможности достижения газовыми частицами предельной скорости, как если бы эта последняя возросла на 10 проц., т. е. достигла бы величины 5280 метров в секунду. Этой величиной мы и будем пользоваться при сравнении условий рассеяния атмосфер Земли и Марса.

Посмотрим теперь, как относятся между собою вероятности достижения предельных скоростей газовыми частицами Земли и Марса в различных случаях. Возь-

мем, например, гелий при температуре в 66°C , как это делал Дж. Стоней. Из таблицы средних молекулярных скоростей видим, что частицы гелия имеют при этой температуре скорость в 1143 метр. в секунду, которая в 9,6 раза меньше предельной для Земли скорости (11015 метр в сек.) и в 4,6 раза меньше предельной скорости для Марса (4803 метр. в сек.). Таблица вероятностей, данная в приложении, показывает, что при этих условиях вероятности достижения частицами гелия предельной скорости на Земле выражается приблизительно числом $1 \cdot 10^{-37}$, а на Марсе—число $2 \cdot 10^{-8}$, т. е., вероятность достижения предельной скорости частицами гелия на Марсе в $2 \cdot 10^{-29}$ раз больше, чем на Земле. Таким образом, на одну частицу гелия, потерянную Землею, Марс имеет вероятность потерять чудовищно-громадную цифру—двести дециллионов частиц.

Если произвести аналогичный расчет для температуры в 0°C , то при этой температуре вероятность достижения частицами гелия предельной скорости на Земле будет приблизительно $2 \cdot 10^{-30}$, а на Марсе— $5 \cdot 10^{-6}$, т. е., для Марса эта вероятность будет в $25 \cdot 10^{-24}$ раз больше, чем для Земли. Таким образом, при этой температуре соотношение вероятностей будет такого же порядка, как и при температуре в -66°C .

Выведенные числа носят чисто теоретический характер: механизм молекулярного движения в конце концов все-таки лишь гипотеза; равным образом, нельзя доказать, что газовые частицы действительно достигают предельных скоростей на Земле и на Марсе.

Но, во всяком случае, найденные нами числа показывают, что молекулярные движения играют в рассеянии планетных атмосфер весьма неравномерную роль; в то время, как на небольших планетах и спутниках рассеяние, вызываемое этой причиной, должно быть громадно и должно быстро в космическом смысле приводить к полному исчезновению атмосферы, на крупных

планетах этот процесс происходит несравненно медленнее.

В конечном итоге можем сказать, что приложение кинетической теории газов к изучению планетных атмосфер, в частности атмосферы Марса, не приводит к каким-либо решающим результатам относительно ее состава. Мы можем лишь констатировать, что марсова атмосфера должна была подвергнуться гораздо более сильному рассеянию, чем земная, и что в составе первой вероятно ожидать преобладания газов с большим удельным весом.

Гипотеза Аррениуса.

После того, как исследования Антониади, Барнарда и др. показали, что наблюдения при помощи самых могущественных телескопов не подтверждают существования на поверхности Марса сети прямолинейных, правильных каналов, гипотеза об искусственном происхождении их потеряла под собою почву. Точно также, как мы видели выше, спектроскопические исследования Кэмпбелля привели его к выводу о чрезвычайной сухости климата Марса и о господствующей там весьма низкой температуре, при которой едва ли мыслима какая-либо жизнь на этой планете.

В виду этого, предстояло создать новую гипотезу о физическом строении Марса, которая находилась бы в соответствии с результатами новых исследований.

Такую гипотезу, весьма тщательно разработанную, предложил знаменитый шведский физик Аррениус. Она касается всех сторон физического строения Марса; он пытается объяснить не только устройство его поверхности и происходящие на ней изменения, но и установить, путем анализа данных, имеющихя об атмосфере Марса, температурные и климатические условия планеты, и этим путем подойти к вопросу об его обитаемости.

В своих исследованиях Аррениус исходит из условий, имеющих место на земле*).

Прежде всего он обращается к рассмотрению климатического значения содержащегося в атмосфере во-

*) Sv. Arrenius. Lebensläuf der Planeten.

дяного пара. Исследование климата различных областей земли показывает, что присутствие водяного пара в атмосфере умеряет резкие колебания температуры. Минимальные разницы между дневной и ночной, зимней и летней температурой мы имеем в наиболее сырых местностях земли, в особенности, вблизи экватора. Такие области расположены, например, по течению рек Конго и Амазонки.

Ю. Ганн, величайший из современных климатологов, дает следующее описание климата Конго *): „разница в температуре между самым холодным и самым теплым месяцем в Конго чрезвычайно мала—от $1\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$. до 5°C , в среднем— $3,5^{\circ}\text{C}$. Разница между температурой дня и ночи в 3 раза больше и достигает $9,5^{\circ}\text{C}$.“.

„Сухое время года делается все короче по мере продвижения к экватору. В недождливые месяцы утром и вечером над землею лежит плотный, сырой туман. Нередко солнце неделями закрыто тяжелыми, плотными, низко нависшими тучами. Только в дождливый период можно увидеть ясное небо в краткую паузу между двумя ливнями“.

Относительная влажность воздуха там очень велика, достигая 70—79%. На Амазонке в Иквитосе она еще больше—83%; там годовые колебания температуры также не превосходят 5°C , в непосредственной же близости к экватору в Пара, под $1^{\circ}08$ южн. широты эти колебания падают до 1° — $1^{\circ}5$ C. Суточные колебания температуры обыкновенно значительно выше.

Сырость и жара приводят в описанных областях к развитию сказочной растительности, несравнимой ни с чем на земле по роскоши и разнообразию форм. Аналогичные условия были, повидимому, на всей земле в каменноугольный период, характеризующийся, как известно, развитием самой роскошной растительности.

Кроме того, самый характер растительности каменноугольного периода—именно господство тайнобрачных—

*) Заимствовано из книги S. Arrenius „Lebensläuf der Planeten“.

папоротников, хвощей и плаунов, и теперь ютящихся в сырых теплых и тенистых местах, указывает на тогдашний климат земли.

По однообразию остатков растений того периода, найденных в различных областях земли следует заключить, что, повидимому, всюду господствовала тогда на земле приблизительно одинаковая температура. В виду этого, воздух, по всей вероятности, имел лишь слабые движения. По Картгаузу на это указывает, между прочим, чрезвычайно слабое развитие корневой системы тогдашних папоротников, хвощей и плаунов, вследствие чего гигантские стволы их не могли бы держаться при наличии сколько-нибудь сильных движений воздуха.

„Небо было покрыто густым слоем облаков,*) пропуская лишь слабый свет на землю. Неподвижный воздух был почти насыщен парами. Мощная растительность того периода, превосходящая все известное в этой области, указывает на довольно значительное содержание в воздухе углекислоты. В виду большой теплоемкости углекислоты, высокой влажности воздуха и густого покрова облаков, солнечная теплота почти полностью задерживалась в верхних слоях атмосферы, где, вследствие этого, поддерживалась интенсивная циркуляция. Она способствовала почти полному, по всей вероятности, уравниванию температур полярных и экваториальных областей; под тяжелым облачным покровом господствовала, поэтому, днем и ночью, летом и зимою равномерная теплота“.

„Почти неподвижный воздух при малейших температурных колебаниях наполнялся густым туманом“.

„Мощные массы облаков вследствие своего испарения в верхних слоях атмосферы получали огромное количество теплоты и переносили ее в более холодные области, служа своего рода паровым отоплением. Эти воздушные теплые течения действовали с гораздо большей регулярностью, чем теплые морские течения“

*) Ibid., гл. III.

Приведенная картина климата земли в каменно-угольный период показывает направление, в котором происходит эволюция климатических условий на земле. Высокая влажность воздуха, свойственная тогда всей земле, представляет теперь особенность, характеризующую лишь отдельные, исключительные области земного шара. Таким образом, со времен каменноугольного периода, несомненно произошло высыхание земли. Образовались пустыни, климат которых резко отличается от климата сырых областей.

Чтобы подчеркнуть роль содержания водяного пара в атмосфере, Аррениус подробно останавливается на характеристике климата пустынь и влиянии его на рельеф почвы.

Температурные колебания в пустынных и степных областях весьма значительны.

Так в Сахаре, разница между дневной и ночной температурой достигает 30° — 40° C; наибольшие суточные колебания температуры бывают там весной, в мае месяце. По Fougeau Lamu, в полдень в это время бывает до $+50^{\circ}$ C., а ночью, перед рассветом термометр опускается ниже нуля.

Разница между крайностями летней и зимней температуры еще значительнее. Согласно того же автора, в 1898—1899 г.г. наименьшая температура была -20° C., а наивысшая $+48^{\circ}$ C., что дает колоссальную амплитуду почти в 70° .

В других областях земли, отличающихся сухим климатом, имеют место также значительные температурные колебания.

К числу таких областей принадлежит, например Вост. Туркестан, который был исследован Свен-Гедином.

Свен-Гедин наблюдал там скалы, разрушенные колебанием температуры; в процессе дальнейшего разрушения они превращаются в тончайшую пыль, настолько легкую, что после песчаных бурь она днями носится в воздухе, обуславливая явление так называемых крас-

ных зорь. „Ветер сносит песок в длинные дюны, расположенные перпендикулярно к направлению ветра. Песок содержит соли железа; поэтому, в крупных зернах он красный, а в мелких — красновато-желтый. Будучи сырым, он приобретает бурую до черной окраску“.

„После дождя вода, стекающая ко впадинам почвы, увлекает за собою пыль и песок в виде илистой массы, которая, постепенно высыхая, превращается в вязкое тесто, медленно скользящее по склонам, как глетчер, чтобы в конце концов достичь какой-либо впадины, которую и наполняет. Такие скопления илистой грязи называются в Персии „хевиры“. Они с поверхности высыхают, но внутри сохраняют сырость. Они содержат значительное количество солей, кристаллизующихся при высыхании, вследствие чего, соли в сухое время выступают сверху в виде белого слоя“.

Существуют там образования и другого рода — именно так называемые „байиры“ — это небольшие соленые озера, весьма многочисленные, например, в бассейне реки Тарим; они располагаются в самых низких местах почвы или между дюнами и постепенно засыпаются песком.

„Большой Хевир“ — наиболее значительное образование этого рода. Поверхность его по Свену-Гедину достигает 55 000 кв. км., т. е. почти в три раза превышает площадь, занимаемую Ладожским озером..

Строение этого хевира следующее. На его поверхности находится корка солей; верхний слой ее состоит из глинистой каши, смешанной с концентрированным соленым раствором; слой этот имеет толщину около 10 см. Под ним слой солей, толщиной в 7 см.; далее слой полусухой глины, толщиной в 15 см.; — еще ниже — более мягкие пласты глины, все больше и больше содержащие воды с понижением их. В сухом состоянии корка эта серо-желтого цвета. Она состоит из 50% песка, 17% углекислого кальция, 6% окислов железа, 5% поваренной соли, а также содержит в некоторых количествах серно-кислый натрий, соли магния и пр.

Подле хевира и в нем нет ни малейших следов растительной или животной жизни.

Хевир борется с песком, за которым, повидимому, в этой борьбе останется победа.

Процесс этот свидетельствует о происходящем высыхании страны, что подтверждается и археологическими изысканиями. Он приобретает для нас, по мнению Аррениуса, исключительный интерес, так как указывает на судьбу высыхающей планеты.

Мы с особенной подробностью остановились на роли водяного пара в климатических условиях земли, чтобы показать огромность его значения во всей планетной эволюции. Едва ли будет преувеличением сказать, что эта эволюция с момента конденсации воды на планете есть главным образом история высыхания планеты.

Прогрессирующий процесс высыхания замечен во многих местах земли, наприим. на Б. Соленом Озере в пустыне Утах; на Мертвом и Каспийском морях.

Так, в Каспийском море, в бухте Кара-Бугаз, где содержание солей в воде составляет около 28,5%, ежегодная прибыль солей, осаждающихся на дне бухты, достигает по произведенным измерениям 350 000 тонн. Это количество соответствует убыли воды ежегодно в 1.500.000 тонн, только в бухте Кара-Бугаз, несмотря на воду, приносимую Волгой и др., реками. Еще грандиозней был процесс высыхания приведший к образованию соляных залежей в Германии, где мощность отложений соли достигает 1000 метров.

Геологические изыскания показывают, что почти все области земли имели сырой климат со времен ледникового периода,

Это доказывается более высоким уровнем и, следовательно, большей площадью озер, как показывают исследования в Тибете и центральной Азии.

Особенно резко, повидимому, сырой климат выражался в Америке и Африке. Площадь Соленого озера, наприим., была гораздо больше раньше, о чем свидетельствуют террасы.

По исследованиям Пассаржа, большое пресное озеро покрывало весь бассейн р. Конго; озеро Чад было значительно больше, а Сахара была прорезана реками.

По мнению Гентингона, Египет и Палестина подверглись высыханию уже в историческое время. Однако против этого взгляда есть серьезные возражения.

Относительно Европы процесса высыхания не наблюдается; скорее, в особенности в Зап. Европе в последнее время замечается увеличение влажности и уменьшение температурных колебаний.

Каковы же причины этого постепенного высыхания, которому подвергается, повидимому, Земля? Одна из причин — расход воды на различные химические и кристаллизационные процессы на поверхности земли; другая — всасывание воды в почву и расход ее там на аналогичные процессы; третья, быть может, — потеря частиц водяного пара в пространство, вследствие достижения ими предельных скоростей, при которых эти частицы должны покинуть землю. Подобные явления имеют, конечно, место и на других планетах, обладающих водою. Поэтому, Аррениус так рисует судьбу высыхающей планеты:

„Содержание влаги в воздухе постепенно уменьшается, а вместе с тем и количество осадков. Мощные ледники начинают образовываться около полюсов и поглощают в себя большую часть воды океанов“.

„Наконец вся планета, быть может, после того, как она миллионы лет несла на себе жизнь, превращается в замерзшую пустыню с несколькими трещинами на ее твердой поверхности, через которые выделяются теплые пары и образуют небольшие талые места, отличающиеся своей темной окраской от пустынь и ледяных поверхностей.“

Условия для органической жизни исчезли. Планета умерла, но предначертанный ей силою тяжести путь в небесных пространствах она осуждена продолжать“.

Эволюция планетной атмосферы не ограничивается постоянной потерей водяного пара. Состав атмосферы

мало-по-малу претерпевает и другие изменения, зависящие от различных физико-химических процессов. Чтобы набросать общую картину возникновения и последующих изменений планетных атмосфер, Аррениус старается проследить эволюцию земной атмосферы, начиная с ее зарождения.

В настоящее время можно считать общепринятым взгляд, что массы планет отделились от солнца, а потому, в начале они должны были иметь состав, подобный солнечному—именно, внешних слоев солнца.

В них преобладают металлы, а также некоторые окиси, в особенности, по Фаулеру, окиси титана и магния; затем—водород, кислород, углерод, циан, окись углерода—в больших количествах, а также встречается и большинство других известных элементов. При очень высоких температурах, которые могли иметь место в первое время существования планет, кислород мог быть свободным, т. к. при этих температурах химические соединения восстанавливающих элементов с кислородом (в том числе и вода)—распадаются. Но при понижении температуры до 1200° происходит их соединение, и кислород оказывается связанным. Большинство химических элементов, составляющих Землю, способны вступать в соединения с кислородом.

Поэтому, по всей вероятности, к моменту образования твердой коры, весь кислород на земле заключался в химических соединениях; атмосфера же свободного кислорода не содержала вовсе.

Некоторое представление о составе тогдашней земной атмосферы дает исследование состава лавы и газов, выбрасываемых вулканами, т. к. прежде, чем Земля получила свою кору, вся ее масса, за исключением лишь внешнего газообразного слоя, была такова, каковы теперь внутренние, огненно-жидкие массы.

Исследования Дэя, Брена и Шефферда показывают, что вулканические газы содержат азот, воду, углекислоту, окись углерода, сернистую кислоту, водород, сероводород, а также небольшие количества хлористых

и фтористых соединений и аммиака. Кроме того, по всей вероятности, она содержала циан и углеводороды. Приблизительно такой состав, вероятно, имела земная атмосфера в то время, когда только что образовалась земная кора.

Дальнейшую эволюцию земной атмосферы Аррениус рисует следующим образом. Электрические разряды и фотохимические процессы мало-по-малу разлагают углекислоту и окись углерода на уголь и кислород. С образованием твердой земной коры и охлаждением последней, освобожденный таким путем кислород уже не получал доступа к огненно-жидким массам, скрытым под корою, а потому мог оставаться в атмосфере. Тут он расходовался на окисление ядовитых газов — окиси углерода, сероводорода, циана и сернистой кислоты, которые, таким образом, мало-по-малу, исчезли из атмосферы.

Когда атмосфера очистилась от ядов, могла возникнуть жизнь. Впоследствии, растения способствовали дальнейшему увеличению количества кислорода в атмосфере, образуя его из углекислоты. На ряду с кислородом в процессе развития растения образуются крахмал, сахар, белки, клетчатка. Эти вещества, за исключением белка, — углеводы; при своем гниении они окончательно распадаются на углерод и воду. Таким образом, растения действительно способствуют полному распадению углекислоты на кислород и уголь. Наибольшей силы этот процесс достиг в каменно-угольный период, отличавшийся развитием мощной растительности. Запас углекислоты в воздухе, потреблявшейся в огромных количествах растениями стал уменьшаться; равным образом, и приток ее из недр земли сократился, вследствие утолщения земной коры. Это, вместе с уменьшением влажности воздуха, повлекло за собою уменьшение мощности растительности на земле, а, следовательно, и уменьшение выделяемого количества кислорода. Между тем, этот последний непрерывно тратился на процессы окисления, имеющие

место при выветривании, гниении и химических процессах, сопровождающих вулканическую деятельность.

Поэтому содержание кислорода в атмосфере должно было пройти через некоторый максимум, а затем начать уменьшаться. Этот весьма важный факт Аррениус считает почти несомненным.

Суммируя теперь все, что было сказано об эволюции земной атмосферы, мы приходим к заключению, что главные черты этой эволюции — это постепенное уменьшение влажности воздуха и содержания в нем кислорода.

Мы предполагаем, что Марс при своем возникновении находился в таких же условиях, как и Земля. Точно также все заставляет предполагать, что он состоит из тех же веществ, как Земля и что он прошел путь эволюции, аналогичный земному. В частности, это относится и к эволюции его атмосферы. Все те процессы, которые создали земную атмосферу в ее настоящем виде, должны были иметь место и на Марсе. Но, судя по данным наблюдений, они зашли там гораздо дальше, чем на Земле. Атмосфера Марса, как мы знаем, гораздо слабее и беднее водяным паром, а наверное, и кислородом, чем земная. Это, конечно, подтверждает правильность взглядов Аррениуса на характер планетной эволюции.

Установив эту принципиальную точку зрения, Аррениус переходит к рассмотрению фактических данных, имеющихсся об атмосфере Марса.

Он останавливается прежде всего на спектроскопических исследованиях Кэмпбелля и Слайфера, изложенных выше. Особенный вес Аррениус придает именно работам Кэмпбелля, и в согласии с ним принимает, что содержание водяного пара в воздухе Марса составляет около $0,12^{\circ}$ в куб. метр, что соответствует насыщенной влажности при температуре $v = 38^{\circ}$ C. В очень сухом воздухе, напоминающем, например, воздух в области Б. Соленого Озера в Сев. Америке, где относительная влажность составляет около 31 %, содержание

в $0,12^{\circ}$ на 1 куб. метр соответствовало бы температуре в -27° С. Эти определения содержания водяного пара в атмосфере Марса, Аррениус считает решающими. Что касается средней температуры планеты, то, по некоторым соображениям, он принимает ее еще ниже — именно в 37° — 40° С ниже нуля.

Выше мы указывали соображения, по которым едва ли возможно согласиться с правильностью определений Кэмпбеля и сделанных из них выводов. Эти определения нуждаются еще в тщательной проверке. Будем надеяться, предстоящее в 1924 году приближение Марса к Земле позволит произвести новые исследования этой планеты с более совершенными средствами, которые, возможно, дадут более решительные результаты.

Представление Аррениуса о столь низкой температуре на Марсе исходит из предположения об отсутствии в его атмосфере газов, способных задерживать тепло; на этом строится, в сущности, и вся гипотеза Аррениуса. Между тем, само это предположение ничем не доказано. Наоборот, с точки зрения, напр., кинетической теории газов и исследований Дж. Стонея, можно ожидать значительного количества углекислоты в атмосфере Марса, а это обстоятельство в весьма сильной степени увеличивает способность атмосферы к удержанию теплоты.

Придя к выводу о мертвящем холоде, господствующем на Марсе, Аррениус, конечно, принужден отвергнуть возможность высоко-организованной жизни на этой планете. „Быть может, только у полюсов Марса, в течение короткой середины лета могут прозябать какие-нибудь нисшие растения (снеговые водоросли и тому подобное)“ — пишет Аррениус. Далее, у него читаем: „мы должны совершенно изменить представление о Марсе. Уверенность, что органическая жизнь — зеленые растения, как предполагает Лоуэлль — является причиной окраски так называемых морей на Марсе, или, что красноватый цвет происходит от пурпурной окраски

осенней листвы—как думает Фламмарион,—эта уверенность изгоняется в область мечтаний“ *).

Отказавшись от вегетационной гипотезы, Аррениус дает следующее истолкование устройству поверхности Марса и происходящим на нем изменениям. Каналы представляют собою сбросовые трещины коры Марса, образовавшиеся вследствие сокращения внутренних масс планеты, вызванного их охлаждением, и последующего оседания коры. Итак, каналы — суть впадины почвы. Геометрически правильный вид их является иллюзией; в действительности они имеют тот вид, который им приписывает Антониади, т. е. они представляют собою ряды извилистых и неправильных пятен разной формы и величины, расположенных вдоль известных направлений. Эти направления Аррениус считает совпадающими с положением сбросовых трещин. Подобные трещины имеются и на Земле в областях, отличающихся проявлением вулканической деятельности. Таковы, например, области Калабрии и Сицилии. Аррениус приводит карту этих областей, составленную Седергольмом. На этой карте центры землетрясений действительно как будто имеют тенденцию располагаться по прямым линиям; автор и соединяет их между собою прямыми линиями.

Аррениус предполагает, что положение этих линий отвечает направлению вышеупомянутых трещин земной коры. Эти линии получили название геотектонических линий. На карте Седергольма они образуют сложную сеть, до известной степени напоминающую сеть каналов Марса.

Аррениус отмечает, что сходство этих линий с каналами Марса подчеркивается еще тем, что как те, так и другие проходят прямолинейно и независимо от топографических особенностей почвы. На земле геотектонические линии пересекают горные хребты и проходят под дном морей.

*) Св. Аррениус. „Жизненный путь планет“. 1923 г.

„На карте Седергольма, а также Зюсса“, говорит Аррениус, „имеются и двойные параллельные линии, соответствующие двойным каналам Марса, а также и тройные, каковых на Марсе пока еще не найдено“.

Итак, по Аррениусу—каналы Марса суть сбросовые трещины. Из них выступают наружу газы, являющиеся продуктом уже затухающих на Марсе геологических процессов. Главным образом это углекислота, водяной пар, а также, в значительно меньших количествах, газы, содержащие серу и хлороводород.

Вдоль трещин в отдаленные эпохи жизни планеты были расположены озера и речные потоки, т. к. уровень почвы там был ниже окружающей поверхности. По мере испарения воды, содержание солей в этих водоемах должно было мало-по-малу увеличиваться, кроме того, количество солей все время пополнялось благодаря выделению из недр планеты хлороводорода и углекислоты, образующих в почве поваренную соль, хлористый кальций, хлористый магний, а также карбонаты, в большом количестве содержащиеся в морской воде, куда их приносят реки.

Выше мы привели описание хевиров в Персии, данное Св. Гедином. Судьбу последних водных бассейнов Марса Аррениус рисует себе именно в духе усыхающих соленых озер в пустынях центральной Азии. Вообще, соответственно с результатами работ Кэмпбелля, Аррениус считает климат Марса характерно-пустынным. По мере высыхания, концентрация соленых растворов, наполняющих хевир, увеличивается. Эти растворы замерзают при гораздо более низкой температуре, чем чистая вода; так, концентрированный раствор хлористого кальция замерзает при -55° , хлористый магний при -44° , поваренной соли при -22° . В виду этого, с наступлением марсова лета, когда средняя температура в экваториальных областях его достигает (по Аррениусу) вероятно около -10° С., а у полюсов, где солнце в течение продолжительного времени непрерывно освещает поверхность планеты,—выше 0° , хевир

оттаивают и темнеют. При низкой точке замерзания растворов, температуре нет надобности при этом подыматься выше нуля. Потемнение оттаявших хевиров вызывается увлажнением покрывающих их солей и пыли, напоминающей, по всей вероятности, по своему характеру ту мелкую пыль, которая мало-по-малу заносит хевирь в пустынях Персии. Это то потемнение некоторых областей и каналов Марса и есть то весеннее оживление их, о котором говорит Лоуэлль в своей прекрасной мечте о разумной, высоко-организованной жизни на Марсе.

При летнем таянии марсовых хевиров происходит частичное испарение воды; образовавшиеся пары по степени перегоняются к более холодным частям планеты и с наступлением зимы образуют полярную шапку, покрывающую часть поверхности планеты тонким слоем снега и инея. Когда солнце после долгой ночи вновь возвратится к полярным снегам Марса, начинается их таяние; оно сопровождается образованием туманов и облаков. При этом, вокруг полярного пятна наблюдается темное кольцо—это темнеет увлажненная талой водой почва. „Иногда в полярных шапках выступают каналы и озера; они образуются горячими, поднимающимися из трещин парами“ пишет Аррениус.

Нагревающийся, содержащий испарения воздух постепенно перетекает от теплого полюса к зимнему; проносясь над хевирами, он увлажняет соли, превращая их в концентрированные растворы. По мере таяния полярного пятна, все новые и новые количества водяного пара принимают участие в этой циркуляции; вместе с тем, область увлажненных хевиров распространяется все дальше и дальше, достигает экватора и переходит через него. Именно этим явлением Аррениус и объясняет то постепенно распространяющееся от полюса к экватору потемнение каналов и оазисов Марса, которое наблюдалось и с несомненностью установлено Лоуэллем. В пределах от 78° сев. широты до экватора оно совершалось в течение 52 дней.

Синевато-зеленый цвет каналов Аррениус объясняет так: „зелеными каналы могут казаться по контрасту с красными окрестностями. Возможно также, что зеленый цвет их вызывается взвешенными в воде частицами тонкой пыли. Возможно, что происходит восстановление окиси железа через сероводород, вытекающий вместе с парами из трещин“.

Когда наступает зима, и каналы опять замерзают, их засыпает тонкая, желтая пыль соседних пустынь, цвет которой, по всей вероятности, объясняется присутствием окиси железа. Тогда каналы опять перестают быть видимыми, сливаясь с остальной поверхностью планеты.

Новое таяние, новый приток вулканических газов, превращающий окись железа в сульфиты зеленого цвета—делают каналы вновь видимыми и вызывают их летний сине-зеленый цвет.

Появление новых каналов, исчезновение прежде наблюдавшихся или изменение их положения, что отмечалось некоторыми наблюдателями, Аррениус объясняет происходящими на Марсе новыми землетрясениями. Они сопровождаются новыми понижениями почвы по сбросовым линиям, причем вытекают водяной пар и др. газы и в самых нижних местах у трещин сгущаются в озера. Поэтому каналы появляются весьма быстро, почти каждый день, чтобы иногда опять столь-же быстро исчезнуть. „Замечательнейший случай появления нового канала недавно сделался известным по сообщению Лоуэлла. Два новых канала, по времени наблюдения представлявшие наиболее резкими на поверхности Марса, были замечены на Флагстафской обсерватории 30 сентября 1909 года к востоку от Б. Сырта (*Syrtis maior*) и тотчас же сфотографированы. Стало быть здесь не было никакого обмана чувств. Напротив, большой канал Аментес не появился на карте (Лоуэлла). Он лежит приблизительно в 30° к востоку (слева) от Сырта, как раз в той области, где был замечен новый канал. При этом также в первый раз были наблю-

даемы и новые „оазы“, к которым сбегались немного искривленные каналы“.

„Итак, как раз перед 30 сентября 1909 года, очевидно, произошло одно, или может быть, несколько сильных потрясений, приведших к образованию двух новых оазов, как центров провала, к востоку от Б. Сырта. Трещины там были бы, вероятно, замечены раньше, если бы не были засыпаны песком. Но благодаря вытекающему из них водяному пару, который уплотнился в воду в холодном воздухе Марса, они снова сделались видными“ *).

Этот пример, приведенный Аррениусом для иллюстрации его гипотезы о каналах, не является особенно удачным. Кавалы, о которых идет речь в данном случае, расположены в экваториальной области северного полушария планеты, приблизительно между 5° и 25° сев. широты. Время появления их—30 сентября 1909 года было еще глубокою зимою северного полушария Марса, когда в указанных областях, по Аррениусу же, должна господствовать температура далеко ниже нуля, при которой не может быть и речи о том, чтобы выделившийся водяной пар „уплотнился в воду в холодном воздухе Марса“, наоборот, он должен был тотчас выпасть в виде снега и инея и вызвать, конечно, не потемнение целой значительной площади планеты, а наоборот, образовать белую поверхность.

Из наблюдений Лоуэлла и др. исследователей Марса можно было бы привести целый ряд таких примеров, показывающих несовместимость подобной гипотезы происхождения каналов с собственным мнением Аррениуса о чрезвычайно низкой температуре Марса.

В таком же противоречии с ней находится, как нам кажется, и представление Аррениуса о роли циркулирующего в атмосфере Марса водяного пара в изменениях, наблюдаемых на поверхности планеты. Невозможно предположить, чтобы при средней летней температуре

*) Св. Аррениус. Жизненный путь планет 1923.

у экватора в -27° , воздух Марса содержал бы в достаточном количестве влагу, необходимую для увлажнения солей в каналах и морях Марса, увлажнения, достаточного для того, чтобы не только сделать видимыми десятки каналов, но и совершенно изменить цвет огромных областей поверхности планеты, в совокупности значительно превосходящих Европу. Такие изменения можно связывать только с гораздо большим содержанием водяного пара в атмосфере Марса, а следовательно и с более высокой температурой. Допущение более высокой температуры устраняет эти противоречия. Наоборот, при тех низких температурах, которые Аррениус считает господствующими на Марсе, если и совершается постоянная перегонка водяного пара от теплого полюса через экваториальные области к холодному, то видимым с Земли выражением этого процесса должно быть появление белых пятен,—снега и инея, мало по-малу передвигающихся к экватору. Это же явление никогда не наблюдалось в систематической связи с таянием полярного пятна. Наоборот, наблюдения показывают, что таяние полярного пятна сопровождается туманами и облаками, а также распространяющимся от полюса потемнением каналов и синих областей планеты, а не выпадением инея или снега. Эти явления несравненно лучше объясняются присутствием и движением жидкой воды вместе с водяным паром, что исключает существование тех низких температур, о которых говорит Аррениус. Таким образом, эта сторона гипотезы Аррениуса не только содержит внутренние противоречия, но и плохо согласуется с фактами.

Весьма натянутым представляется также сравнение сети каналов с геотектоническими линиями. Поскольку и Аррениус считает каналы, оазисы и моря—последними хранилищами влаги на Марсе следует, очевидно, предполагать, что эти образования соответствуют впадинам почвы. По всей вероятности, это так и есть, и положение каналов отвечает топографическим особенностям поверхности планеты. Но как раз этого именно

нельзя сказать о геотектонических линиях, которые, как известно, проходят по земле, вовсе не считаясь с топографией поверхности, пересекая горные хребты и пролегая под дном морей. Геотектонические линии, поэтому, не имеют и не могут иметь отчетливого изображения на поверхности Земли, которое могло бы быть наблюдаемо извне в том или ином виде. В равной мере, едва ли возможно, чтобы геотектонические линии на Марсе так явно обнаруживались в строении его поверхности, создав сеть каналов.

Далее, хотя вулканическая деятельность на Марсе облегчается меньшим напряжением силы тяжести на нем, все же невероятно предположить, что она играет еще в его жизни такую роль, которую ей приписывает Аррениус. Если согласиться с ним, то вулканическая деятельность на Марсе должна иметь всеобщее распространение и огромную силу. Эта деятельность, по Аррениусу, обуславливая выделение теплых паров из сбросовых трещин почвы, вызывает появление темных пятен и каналов, „образуя небольшие талые места“; она же производит сине-зеленую окраску каналов и морей, переводя окислы железа в сульфиты зеленоватого цвета, даже самое появление новых каналов объясняется землетрясениями.

Отнюдь не отрицая возможную роль вулканической деятельности в происходящих на Марсе изменениях, все же трудно допустить столь всеобщее распространение и грандиозный размах ее на этой планете. Наоборот, все заставляет предполагать, что Марс зашел дальше Земли в своей эволюции, а потому и охлаждение планеты зашло дальше; она должна обладать более толстой корой, а потому вулканизм там должен проявляться в меньшей степени, чем на Земле.

Между тем, те химические процессы, на которые указывает Аррениус, как на причину изменения цвета некоторых областей Марса, и на Земле имеют столь ничтожное значение и распространение, что не могут привести ни к каким заметным изменениям вида зем-

ной поверхности. На Марсе же происходят столь быстрые и по захватываемому пространству грандиозные изменения цвета и очертаний некоторых областей, что вызывающие их причины должны иметь огромную силу и распространение.

Что касается непосредственной роли землетрясений в появлении новых каналов, в том смысле, как это излагает Аррениус, то эта роль также является сомнительной. Сильнейшие из наблюдавшихся нами потрясений земной коры не оставили на поверхности земли следов, которые могли бы быть замечены, напр., с Марса. Даже ужасное землетрясение в Японии в 1923 году не оставило по себе изменений, которые можно было бы увидеть с наших ближайших соседей в планетной системе.

Между тем, в частности те новые каналы, появление которых Аррениус приводит в цитированном выше отрывке в качестве примера вулканической деятельности на Марсе, должны были бы представлять собою трещины, шириной не менее 50—100 и длиной в 1500—2000 км. Земные вулканические трещины даже в самой отдаленной степени не достигают таких, видимых на поверхности Земли, размеров.

Поскольку в оценке происходящих на Марсе явлений мы должны оставаться на реальной почве того, что нам известно о соответствующих земных явлениях, мы должны отвергнуть возможность на Марсе таких невероятных разрушений коры. Появлению новых каналов надо искать другое объяснение.

Из сказанного видно, что при всей своей всесторонности, гипотеза Аррениуса о физических условиях и строении Марса обладает многими недостатками и плохо согласуется с данными наблюдений. По всей вероятности, некоторая компромиссная гипотеза, средняя между крайностями Лоуэлла и Аррениуса, была бы более удовлетворительна. Ниже мы попытаемся именно в этом духе дать истолкование происходящим на Марсе явлениям.

Заключение.

Нам остается теперь сделать выводы из того фактического материала о Марсе, который мы имеем в настоящий момент. Мы видели, что представление о Марсе, как о мертвой, замерзшей пустыне плохо согласуется с данными наблюдений. Таяние полярных шапок и новое увеличение их зимою; туманы и облака, существующие на планете; изменения цвета темных областей — все это говорит о каких то непрерывных процессах, действующих на планете.

Разбирая гипотезу Аррениуса, мы видели, что она не объясняет всего; более того, она содержит противоречия, которые могут быть устранены лишь допущением гораздо более высокой температуры на Марсе, чем принимаемая Аррениусом, а это означает отказ от гипотезы в целом.

Между тем, последние исследования температуры Марса заставляют нас именно думать, что она гораздо выше, чем предполагал Аррениус. А в этом случае гораздо вероятнее допустить, что все изменения на Марсе происходят, как результат циркуляции водяного пара в присутствии жидкой воды, наличие которой благоприятствует в некоторых местах развитию растительности.

Пусть Ш. Андре *) прав, заявляя, что „канализации Марса не существует“; пусть вся конфигурация поверхности Марса имеет совершенно естественное происхож-

*) Les Planètes et leur origine Paris. 1909.

дение. Все же надо считать установленным, что линии и пятна, составляющие эту конфигурацию испытывают определенные закономерные изменения—именно, темнеют каждую весну по направлению от полюсов к экватору. Это прогрессирующее потемнение не нуждается в искусственных объяснениях, данных ему Лоуэллем и Аррениусом, из которых первый прибег для истолкования его к разумной силе, создавшей колоссальные технические сооружения, а второй допускает такое всеобщее распространение вулканической деятельности на поверхности планет, которое почти так же невероятно, как и гипотеза Лоуэлла.

Дело объяснится гораздо проще, если мы обратим внимание на изменения, происходящие на земном шаре. Наблюдая Землю извне например, весной, северного полушария, мы увидим следующую картину. Белый снежный покров, окутывающий северные широты, начнет уменьшаться, вместе с тем будет происходить потемнение почвы, намокающей от талой воды, в форме темного кольца, окружающего белую шапку, мало-помалу уменьшающуюся в размерах. Точно такая же картина наблюдается и на Марсе. Затем произойдет высыхание более высоких частей поверхности земли, и весенние воды соберутся во впадинах почвы, наполнив реки, озера, протоки. Начнется весеннее оживление растительности. Оно вызовет новое изменение внешнего вида Земли; теперь оттенятся новые особенности почвы: сырые, обильные растительностью места будут выделяться темными пятнами. Но вся картина будет время от времени затягиваться полупрозрачной или совсем непрозрачной пеленой туманов и облаков.

Совершенно подобная картина представляется на Марсе, но в другом порядке. Уже Аррениус указал, что вследствие разреженности марсовой атмосферы, суточные колебания температуры там должны быть очень велики, поэтому возможно, что весна там должна начать свое шествие не от экватора, как у нас, а от полюсов, где летом непрерывно льющиеся лучи солнца

должны подымать температуру весьма высоко. Какая же картина представится нам в этом предположении на Марсе?—Наступает время таяния полярной шапки—это бывает на Марсе, с земной точки зрения, уже поздней весной. Талые воды смачивают почву вокруг уменьшающегося полярного пятна, образуя темную кайму. В это время туманы и облака заволакивают около полярную область; когда затем они рассеиваются, появляются очертания поверхности с уже потемневшими полярными „морями“, а потом потемнение синих областей и каналов начинает все дальше распространяться к экватору. Так и должно быть, если мы предположим, что повышение температуры на Марсе происходит по направлению от полюса к экватору.

В этом случае, пары воды мало-по-малу перегоняются к более холодным областям планеты; здесь они выпадают в виде осадков, увлажняют почву, собираются в более низких местах, обуславливая развитие растительности.

С другой стороны, крайне трудно представить себе циркуляцию столь значительных масс воды, как образующие, например, южное полярное пятно, без присутствия хотя бы небольших запасов воды на планете в жидком виде. Поэтому, надо думать, что некоторые из темных областей, по крайней мере весной представляют собою, быть может, настоящие моря, хотя бы и неглубокие. За лето они должны сильно высыхать, за исключением лишь самых глубоких мест, где вода остается до будущей весны и своим таянием отчасти обуславливает потемнение почвы, с повышением температуры, распространяющееся от полюса к экватору.

По всей вероятности, весной и ранним летом некоторые области планеты, самые низменные, быть может бывшие когда то дном исчезнувшего теперь мирового океана Марса, по обилию влаги вполне напоминают средние сырые области Земли. Однако, стремительное испарение и высыхание, происходящее гораздо скорее

на Марсе, чем на Земле, быстро должно губить развивающуюся растительность. Описанные выше изменения *Mare Acidalium* как нельзя лучше согласуются с таким предположением.

К осени, по мере уменьшения влажности воздуха, суточные колебания температуры даже в наиболее сырых областях Марса сильно увеличиваются. Почва опять остывает; сохранившиеся водоемы замерзают; водяные пары перегоняются к охлажденному полюсу, и одно полушарие Марса погружается в долгую, необычайно суровую зиму.

Нет сомнения, что климатические условия в южном полушарии планеты значительно благоприятнее, чем в северном, в виду гораздо большей мощности южной полярной шапки, что указывает на большее количество влаги.

Мы уже совершенно здесь отбрасываем предположение, что полярные шапки Марса состоят из твердой углекислоты, так как все новейшие данные указывают на температуру планеты, при которой не может быть и речи о замерзании углекислоты.

И так, Марс представляется нам, как мир бедный влагой, обладающий атмосферой более редкой, чем земная, но имеющий еще некоторые водоемы.

Бедность водою определяет всю жизнь планеты. Большая часть поверхности Марса занята бесконечными пустынями, лишенными влаги и, следовательно, всякой жизни. Но небольшие области, расположенные, вероятно, на дне океанов планеты еще имеют запасы влаги и хранят угасающую искру жизни на Марсе.

Жизнь бесконечно приспосабливается к изменяющимся условиям. Если она, как полагал Лоуэлль—неминуемое звено в цепи планетной эволюции, то в цветущую пору Марса, она должна была там возникнуть; а зародившись, в неустанном совершенствовании, в непрерывной борьбе за существование и непрестанном стрем-

лении приспособиться к изменяющимся условиям среды, она несомненно выработала формы, могущие существовать в условиях Марса. Итак, вероятно, Марс такой же носитель жизни, как и Земля.

Проникнем ли мы когда-нибудь в его тайны? Безмерная смелость человеческого ума, не знающая границ своим достижениям—этому порукой.

Москва, 1 февр. 1924 года.

НОВОЕ О МАРСЕ.

(Результаты наблюдений в великое противостояние 1924 года).

23-го августа 1924 года было одно из великих противостояний Марса*) Подобные противостояния повторяются приблизительно каждые 15 лет, но в нынешнем году Марс подошел к Земле ближе, чем в какое-либо из великих противостояний XVIII, XIX и XX



Сравнительная величина диска Марса, видимого с Земли в моменты великого противостояния и наибольшего удаления от земли.

веков. В момент наибольшего приближения расстояние между этими двумя соседними планетами составляло всего $55\frac{1}{2}$ миллионов километров, между тем, в наиболь-

*) „Противостоянием“ наз. момент, когда Марс находится по одну сторону Земли, а солнце по другую и центры всех трех тел расположены в одной плоскости, перпендикулярной к эклиптике. „Великим противостоянием“ наз. противостояние, случающееся близко к моменту прохождения Марса через перигелий (т. е. ближайшую к Солнцу точку). В это время расстояние между Марсом и Землей бывает наименьшим.

шем удалении расстояние это может достигать 375 миллионов километров.

Естественно, поэтому, что астрономы много ожидали от наблюдений Марса в нынешнем году, и те сведения, которыми мы располагаем в настоящее время, показывают, что эти ожидания были основательными. Следует, однако, заметить, что наши северные обсерватории находились в худших условиях для наблюдения планеты, чем обсерватории южного полушария Земли, т. к. Марс в период около противостояния находился в южной части звездного неба и потому для северных широт Земли невысоко подымался над горизонтом.

В настоящее время мы располагаем очень ценным наблюдательным материалом европейских и американских обсерваторий. Этот материал можно разбить на две категории—визуальные наблюдения и термоэлектрические измерения, имеющие целью определение температуры Марса.

Из визуальных наблюдений мы здесь остановимся главным образом на работах Антониади, знаменитого медонского астронома, т. к. его исследования заключают в себе в сущности все, что было добыто визуальными наблюдениями в нынешнее великое противостояние.

Антониади наблюдал Марса в большой рефрактор Медонской обсерватории с объективом в 83 см. диаметром и с фокусным расстоянием более 16 метров. Результаты еженощных бодрствований Антониади в нынешнем году—огромны и, по нашему мнению, позволяют, в связи с другими исследованиями, притти уже к определенным выводам относительно физических условий на планете Марс.

Прежде всего, нынешнее противостояние нанесло окончательный удар гипотезе прямолинейных искусственных каналов Марса. Наблюдения в сильнейшие современные телескопы разрушили правильную геометрическую сеть каналов Лоуэлля. Антониади, резюмируя свои наблюдения над каналами в нынешнем

году, пишет:*) „Мы утверждаем самым категорическим образом, что никакой *непрерывной сети тонких линий на Марсе не существует*. Оставляя в стороне открытия каналов Лоуэллем, Бреннером, Моллесвортом и др., мы можем сказать, напротив, что „каналы“ Скиапарелли — *устойчивы*, т. к. основаны на некоторой реальности. Но они не существуют ни, как *действительные каналы*, ни, как *прямые линии*, простые или двойные“.

„Вот что они собою представляют в действительности: около 70% скиапареллевских каналов суть не что иное, как сероватые, неправильные полосы большей или меньшей длины и весьма различной ширины, нередко испещренные пятнами; они (каналы) обязаны своим происхождением судорогам коры Марса; 21% каналов Скиапарелли — не что иное, как извилистые границы сероватых пятен; 9% — отдельные „озера“, суммированные в полосы“.

„Мы видели в объектив Анри*) прямолинейные каналы исчезнувшими в то время, как весьма тонкие детали, недоступные для инструментов Скиапарелли и Лоуэлла и подтвержденные фотографиями Хэля и Барнарда были отчетливо видны. Это обстоятельство фатально для гипотезы прямолинейных каналов“.

Таким образом, одна загадка Марса нынешним противостоянием, видимо, окончательно разрешена, или лучше сказать — уничтожена: каналов Марса не существует. Марс приобретает для нас, поэтому, естественный вид. Вмешательство почти сверхъестественной силы в лице всемогущих инженеров-обитателей Марса устраняется, и мы становимся на более верный путь к проникновению в тайны этой соседней планеты.

Главное внимание Антониади в нынешнем году было направлено, однако, не на сеть каналов, в иллюзорности которой он убедился еще в прошлое великое

*) „L'Astronomie“, oct. 1924.

*) Большой рефрактор Медовской обсерватории, диаметр объектива 83 см.

в противостояние 1909 года. Таким образом, темные разрывы и пятна, появляющиеся в полярном пятне во время его таяния, очевидно, не случайного характера, а соответствуют определенным топографическим особенностям поверхности планеты.

Таяние полярного пятна сопровождалось распространением по направлению к экватору темной окраски. По свидетельству Антониади, это было подобно движению какой то темной массы, расплывавшейся во все стороны по поверхности планеты от полюса к экватору; при этом, потемнение в своем распространении захватывало только лишь „моря“, тщательно обходя „острова“ и вообще области желтоватой окраски (Thyle I, Thyle II, Argyre II и т. д.). Это несомненно показывает, что это явление принадлежит не атмосфере Марса, а его поверхности.

В своем сообщении от 14 октября с. г. *) Антониади пишет: „Коричневая окраска, виденная сначала в области Mare Australe, захватила затем новые области к северу. Распространение ее можно было бы сравнить с своего рода лесным пожаром, во время которого искры, разносимые ветром, заставляют загораться новые отдаленные костры“.

Именно таким образом Mare Thyrenum сделалось внезапно лилово-коричневым, а затем Maria Hadriaticum, Cimmerium, Sirenium последовательно получили этот же цвет. По мнению Антониади, нет сомнения, что области, подверженные подобным изменениям, имеют другую природу, чем области неизменной окраски. Еще Лив и Трувло объясняли изменения цвета марсовой поверхности распространением растительности. Тщательные наблюдения в нынешнее противостояние делают это объяснение почти достоверным. Антониади пишет по этому поводу **): „Листья, падавшие нынешнею осенью с деревьев в окрестностях Парижа, имели тот же цвет,

*) „L' Astronomie“, oct, 1924.

**) Ibid.

что и коричневые пятна на Марсе; листва некоторых видов сирени окрашена в тот же коричнево-фиолетово-карминный тон, который наблюдался в нынешнем году в некоторых умеренных и полярных областях планеты". Это, конечно, только аналогия, но все же очень интересная.

Наблюдения изменения окраски в различных областях южного полушария Марса приводят Антониади к некоторым очень интересным частным выводам. Так, повидимому, приходится заключить, что „природа Mare Australe и Bosphorus gemmatus за исключением „островов“ одинакова. Темные же области, которые не меняются заметно с течением времени, *должны быть частью морями* *) не очень больших размеров“.

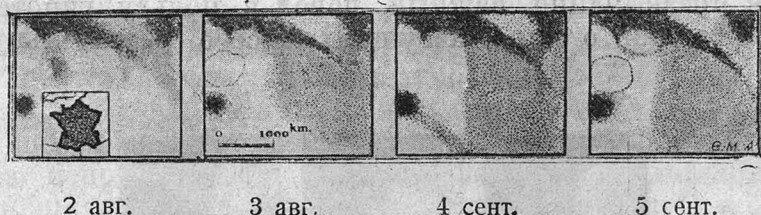
Таким образом новейшие наблюдения Антониади воскрешают воззрения величайшего из наблюдателей Марса—Скиапарелли, который, в особенности в первый период своих работ, считал Марс полным подобием Земли.

Подобное воззрение находит себе подтверждение также в огромных облачных массах на Марсе, наблюдавшихся как Антониади, так и другими исследователями (Пиккеринг, Слайфер, Кениссе, М-ме К. Фламарион, Бальдэ и др.).

Эти наблюдения приводят к заключению, что атмосфера Марса уже не так бедна водяными парами, как это полагал, напр. Кэмпбелль и подтверждают высказанное нами в прошлом году мнение о ненадежности его спектроскопических исследований марсовой атмосферы. Особенно значительные облачные массы наблюдались Бальдэ на Медонской обсерватории от 8 до 13 августа тек. года в области Эллады и Jaonis Regio. Они простирались на пространстве около 1.000.000 кв. километров и при своем передвижении захватили область планеты, длиною не менее 3000 километров. Центр этого облачного образования передвигался по

*) Курсив мой.

дугообразной кривой со средней скоростью около 25 километров в час. Высота облака над поверхностью Марса была по измерениям Бальдэ от 8 до 13 километров.



Быстрые изменения вида Марсовой поверхности, наблюдавшиеся, в областях *Ethi-ris* и *Amenthes* в 1924 году; эти изменения обусловленные, вероятно, передвижением облачных масс, захватили пространство значительно превосходящее по размерам Францию, сравнительная величина которой изображена в маленьком квадратике. (Рис. Медонской обсерватории).

Сопоставляя различные наблюдения нынешнего года, Антониади в сообщении от 8 ноября *) пишет: „Поскольку изменения цвета несовместимы с видом больших масс воды, очевидно, что пятна, подвергающиеся изменениям цвета—не моря“.

„Мы можем утверждать на основании наших наблюдений, что на Марсе не существует ни одного моря, равного по величине Средиземному и что там имеются разве только очень большие озера. Многочисленные аналогии, существующие между Землей и Марсом, делают вероятным, что темные изменчивые пятна Марса—области растительности „скорее состоящей из деревьев и кустарников, чем травянистых растений“. „Аналогия с земными явлениями не дает никакого другого объяснения наблюдаемым на Марсе изменениям, и теория, высказанная знаменитым Лиэ в 1877 г., что

*) „L'Astronomie“, nov. 1924.

темные пятна на Марсе обязаны своим происхождением растительности, торжествует над идеями сэра Джона Гершеля“.

Нынешнее великое противостояние Марса дало еще один чрезвычайно важный довод в пользу гипотезы о Марсе, как о мире, несущем на себе растительную,



10 окт. 19 ч., 11 окт. 20 ч., 12 окт. 21 ч. 12 м.

Последовательный вид облачных выступов, наблюдавшихся в октябре 1924 года на краю диска Марса. (Рис. Антониади).

а следовательно, вероятно, и животную жизнь. Мы имеем в виду новые измерения температуры Марса, произведенные на Лоуэллевской обсерватории Кобленцем и Лампландом. Свой метод они называют радиометрическим. Сущность его заключается в том, что в фокусе большего отражательного телескопа (рефлектора) помещается термоэлемент, реагирующий на самые ничтожные колебания температуры. Чтобы дать представление об этой почти чудесной чувствительности, скажем, что колебание температуры в одну десяти-миллионную часть градуса Цельсия уже отмечается этим прибором. Рефлектор конденсирует лучи, идущие от планеты на зачерненном спаяе термоэлемента; последний дает ток, зависящий от температуры спая; температура же зависит от лучеиспускания планеты, кото-

рое законом Стефана связано с температурой лучеиспускающего тела. Эта связь и дает возможность разрешить вопрос о температуре планеты, измеряя ее лучеиспускание.

На первый взгляд задача эта кажется простой, но в действительности она очень сложна, т. к. приходится учитывать ряд величин, известных только приблизительно—как альbedo атмосферы и поверхности Марса, альbedo верхних слоев земной атмосферы, поглощение тепловых лучей в атмосферах Земли и Марса и пр. В сообщениях Кобленца и Лампланда, появившихся до настоящего времени в печати *) к сожалению не содержится никаких подробностей ни относительно конструкции их термоэлемента, ни метода их работы, а лишь общие указания, которыми нам и придется ограничиться.

Применяя свой „радиометрический“ метод к определению тепловой энергии в различных частях марсова спектра, Кобленц и Лампланд построили соответствующую кривую энергии. Изучение этой кривой привело исследователей к выводу, что температура поверхности Марса в среднем должна составлять около $+15^{\circ}\text{C}$.

Сравнение марсова излучения с лунным, которое измерялось тем же методом, дало для светлых областей Марса температуру около $+7^{\circ}\text{C}$., а для темных—около $+22^{\circ}\text{C}$.

Предполагая Марс абсолютно—черным телом (т. е. поглощающим все падающие на него лучи), исследователи нашли для Марса температуру около $+18^{\circ}\text{C}$.

Средней вероятной температурой из полученных всеми способами—исследователи считают $+18^{\circ}\text{C}$.

Этот результат, как видим, находится в полном противоречии с прежними представлениями о Марсе, как о ледяной пустыне.

*) „Populaire Astronomy“, nov. 1924.

Сопоставляя исследования Кобленца и Лампланда с результатами наблюдений Антониади, которые исчерпывают все существенное, что мы получили от нынешнего великого противостояния Марса, мы можем сказать, что нынешний год положил конец представлению о Марсе, как о безжизненном мире, погруженном в мертвящий холод.

Фламмарион по этому поводу пишет: „Наблюдая таяние снегов на Марсе, я не мог не смеяться над теми теоретиками, которые стремятся втиснуть жизнь в определенные формулы и утверждают, что на Марсе нет тепла и господствует вечная ледяная пустыня“.

„Наблюдения этого года“, пишет он далее, „дали возможность проследить переход от начала весны на Марсе до полного развития лета. Льды растаяли; моря изменили свою окраску до темно-синего и темно-зеленого цвета. Цвет почвы также изменился от бледно-розового до пунцового. Иногда мне казалось, что перед мной простирается поле зрелой пшеницы, видимое из гондолы аэростата“.

Итак, наблюдения нынешнего года дают нам возможность заключить, что Марс мир не менее живой, чем Земля. Раз на нем есть растительная жизнь, должна быть и животная. Ведь вся история земли учит нас тому, что эти две ветви дерева жизни развиваются совместно. А законы природы всюду одинаковы, по крайней мере в доступной нашему изучению вселенной, поэтому мы должны думать, что и на Марсе жизнь развивалась в общем по тем же путям, как и на Земле.

Пусть с исчезновением прямолинейных каналов Марс потерял окутывавший его покров таинственности. Но теперь он стал ближе и понятнее нам. С его атмосферой, полярными снегами, тающими под лучами солнца, облаками, окутывающими порой огромные области, обширными красноватыми пустынями, зеленоватыми пятнами растительности и морей, со всем строением

своей поверхности—Марс представляется нам миниатюрой нашей родной Земли. Но Марс в своей планетной эволюции зашел гораздо дальше Земли. Большая часть его поверхности представляет собою безжизненную пустыню, и приблизительно лишь $\frac{1}{7}$ еще несет на себе растительность, вероятно свойственную более или менее сухой почве.

Москва, 20 декабря 1924 года.

ПРИЛОЖЕНИЯ.

Скорость, при которой тело должно удалиться с планеты.

Ускорение силы тяжести g , как известно, равно $\frac{M}{R^2}$, где M —масса, а R —радиус планеты. Потенциал силы тяжести на той же поверхности; есть $K = \frac{M}{R}$, он выражает кинетическую энергию, сообщаемую единице массы малого тела, падающего из бесконечности на поверхность рассматриваемого шара. Отсюда $K = \frac{V^2}{2}$, где V — скорость, полученная телом, падающим из бесконечности. Если брошенное тело получит эту скорость, то оно удалится в бесконечность, чтобы никогда не вернуться. Из приведенных соотношений будем иметь:

$$K = gR = \frac{V^2}{2}, \quad V = \sqrt{2 g R}.$$

Подставив соответствующие численные величины, для Земли найдем предельную скорость V равной 11015 метров в секунду; для Марса—4803 метра в сек.

Скорость молекулярных движений.

Распределение скоростей между различными молекулами одного и того же газа дается формулой:

$$y = \frac{4 V^2}{\sqrt{3,1416 a^3}} \cdot 2,718 - \frac{V^2}{a^2}.$$

Это выражение дает вероятность y существования скорости, заключенной между V и $V+dv$ в функции наиболее вероятной скорости a и численных постоянных. Другими словами, если мы имеем весьма большое число частиц N некоторого газа, то будет существовать

$$Nydv \text{ или } \frac{4N V^2}{\sqrt{3,1416} a^3} 2,718 - \frac{V^2}{a^2} \cdot dv$$

молекул, обладающих скоростями, заключенными между V и $V+dv$.

Численное значение этой формулы можно представить кривой.

Так как a — наиболее вероятная скорость, то этой абсциссе и соответствует высшая точка кривой. Соответствующую ординату получим, очевидно, положив в формуле $V=a$. Будем иметь:

$$y = \frac{4 N}{2,718 a \sqrt{3,1416}}$$

С обеих сторон от наиболее вероятной скорости a — вероятность других скоростей быстро падает с удалением от абсциссы a . При $v=0$, $y=0$; при $v=\infty$ — тоже. Таким образом, кривая с увеличением v асимптотически приближается к оси абсцисс.

Численные значения вероятностей скоростей, отличающихся от наиболее вероятной скорости, даны в следующей таблице:

v	Вероятность v
a	Вероятность a
1.	1.
2.	0,2.
3.	$3 \cdot 10^{-3}$
4.	$5 \cdot 10^{-6}$
5.	$1 \cdot 10^{-9}$
6.	$3 \cdot 10^{-14}$
7.	$7 \cdot 10^{-20}$
8.	$3 \cdot 10^{-26}$
9.	$1 \cdot 10^{-33}$
10.	$1 \cdot 10^{-41}$

Эта таблица показывает чрезвычайно быстрое падение вероятностей скоростей с увеличением этих последних по сравнению со скоростью наиболее вероятной. Так, вероятность скорости, превосходящей наиболее вероятную скорость вдвое—составляет 0,2, а вероятность тройной скорости по отношению к наиболее вероятной падает уже до $3 \cdot 10^{-3}$.

Далее падение вероятностей совершается все стремительнее.

Барометрическое давление на поверхности Марса.

Лоуэлль применяет для определения барометрического давления на поверхности Марса следующий способ, основывающийся на знании ускорений силы тяжести для Земли и Марса.

Обозначим через D плотность земной атмосферы в некоторой точке; через g ускорение силы тяжести на Земле; через D_1 и g_1 , — эти же величины для Марса; будем полагать далее, что плотность атмосферы уменьшается пропорционально возрастанию высоты места над поверхностью планеты, температуру же принимать во внимание не будем.

Будем иметь:

$$dD = -Dgdx,$$

где X — расстояние рассматриваемой точки, отсчитываемое вверх от поверхности. Интегрируя, получим:

$$D = A e^{-gx},$$

где A — плотность воздуха у поверхности Земли. Для Марса таким же образом находим:

$$D_1 = A_1 e^{-g_1 x},$$

где A_1 — плотность воздуха у поверхности Марса.

Все количество воздуха над данной точкой для Земли будет:

$$\int_0^{\infty} D dx = \int_0^{\infty} A e^{-gx} dx = \frac{A}{g},$$

а для Марса:

$$\int_0^{\infty} D_1 dx = \int_0^{\infty} A_1 e^{-g_1 x} dx = \frac{A_1}{g_1}.$$

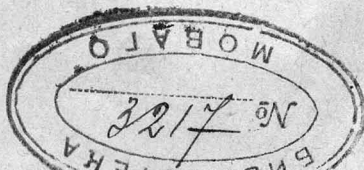
При определении количества Марсовой атмосферы по ее альбедо, было найдено, что масса всего воздуха над единицей поверхности Марса составляет $\frac{2}{9}$ такого же количества для земли. Отсюда, полагая $g = 1$ и, следовательно, $g_1 = 0,38$, находим:

$$\frac{2}{9} A = \frac{A_1}{0,38}$$

Будучи выражено в м./м. ртутного столба, $A = 760$ м./м. Поэтому имеем:

$$A_1 = \frac{2}{9} \cdot 760 \cdot 0,38 = 64.$$

Итак, $A_1 = 64$ миллиметра.



ИЗДАТЕЛЬСТВО „ПУЧИНА“.

Склад издательства: Москва, Петровские линии, уг. Петровки, 1/20.

Тел. 4-90-76.

I. ОТДЕЛ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ.

- Проф. М. Голенкин. Растительный мир, как производительная сила природы. Ц. 80 коп.
- Проф. Н. Кулагин. Животные организмы, как производительная сила природы. Ц. 80 коп.
- Проф. Л. Гуллеви́г. От лаборатории к фабрике. Под редакцией проф.-инженера Н. Мартьянова. Готовится II-е иллюстр. издание.
- Проф. Б. Козо-Полянский. Новый принцип биологии. Ц. 1 р. 20 к.
- Ками́лл Фламма́рион. Прогулка по звездам. Под редакцией проф. Е. Бла́жко. Ц. 90 коп.
- Проф. Н. Виноградов. Очерки по истории идей дошкольного воспитания. Цена 1 руб.
- Стэнли-Холл. Очерки по изучению ребенка. Перев. с англ., под ред. проф. Н. Виноградова. Ц. 1 руб.
- Г. Лю́тц. Зоопсихология. Перев. с немец. под ред. Лодыгиной—Котс. Ц. 1 руб. 20 коп.
- В. Стовичек. Загадочная планета (Марс). Ц. 1 р. 20 к.
- Методика геоботанических исследований. Сборник статей. Ц. 1 р. 20 к.
- Проф. Г. Ван-Лун. История человечества. (Для юношества). (Печатается).

II. ОТДЕЛ ИЗЯЩНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

- Пьер Бенуа, Поль Бурже, Жерар Д'увиль, Анри Дювернуа. Роман Четырех. Пер. с франц. В. Мазуркевича. Ц. 1 руб.
- О'Тенри. Нью-Йоркские рассказы. Пер. с англ. В. Додонова. Ц. 60 коп.
- Л. Никулин. Никаких случайностей. Кинематограф. роман. Ц. 1 руб. (Разошлось). Готовится II-е издание.
- Л. Никулин. Тайна Сейфа. Роман. Ц. 1 р. 20 к.
- Л. Никулин. Хмель. Роман. Ц. 1 руб.
- Г. Павлов. Дом рабов. Роман. Ц. 1 руб.
- Илья Эренбург. Лик войны. Ц. 95 коп.
- Илья Эренбург. „Акционерное общество Mercure de Russie“. (Печатается).
- Жан д'Эм. Красные боги. Пер. с франц. Н. Казмина. Ц. 90 коп.

- Нозль Роже. Человек будущего. Роман. Перев. с франц. Р. Калменс. Ц. 1 руб.
- Г. Жулавский. На луне. Роман. Пер. с польского С. С. Михайловой-Штерн. Ц. 1 р. 40 к.
- Г. Жулавский. Победитель. Фантастич. роман. Перев. с польского С. Михайловой-Штерн. (Печатается).
- Г. Жулавский. Возвращение на старую землю. Фантаст. роман. Перев. с польского С. Михайловой-Штерн. (Печатается).
- Роберт Шовело. Жертва фанатизма. (Parvati). Роман. Перев. с франц. Э. Левин. Ц. 1 руб.
- Альфред Машар. Судебная ошибка. Роман. Пер. с франц. Р. Шрейдер. Ц. 1 руб.
- Брет-Гарт. Искатели золота. Роман. Пер. с англ. Н. Казина. Ц. 75 к.
- Брет-Гарт. Девушка из Кентукки. Роман. Перев. с английск. С. Арёфина (Печатается).
- Х. Бергер. Дневник одинокого. Роман. Пер. со шведского Б. Гимельфабра. Ц. 1 руб. Готовится II-е издание.
- К. Фаррер. Человек, который убил. Роман. Пер. с франц. Р. Калменс. Ц. 1 руб.
- К. Феррер. Жизнь за мечту. Перев. с франц. Г. Павлова Ц. 1. руб.
- Рони (старший). Болезнь света. Фантаст. роман. Пер. с французского Н. Казмина. (Печатается).
- Р. Киплинг. Шпион. Роман. (Печатается).
- Джозеф Гершгеймер. Кукла и женщина. Современный роман из американской жизни. Перев. с англ., под редакцией Н. Казмина. Предисловие Мих. Левинова. (Готовится собрание сочинений. Печатаются: Линда—роман, Бэлисенд—роман, Явайский пик—роман).
- Е. Л. Войнич. Джек Рэймонд. Роман. Перевод с англ. С. Арёфина Ц. 1 руб.
- Анат. Франс. Роман актрисы. Пер. с франц. Н. Волкова. Ц. 1 руб.
- Альберт де-Пувервилль. Китайские тени. Роман. Перев. с франц. Г. Павлова. Ц. 80 коп.
- Мавр Иокай. 20.000 лет подольдом. Фантаст. роман. Пер. с венгерск. С. Михайловой. Ц. 1 руб.
- Пьер Амт. Лен. Роман. Пер. с франц. Э. Левин. Ц. 1 руб.
- Вл. Лидин. Голубое и желтое. Ц. 1 руб.

A tilted rectangular stamp with a double border. The text inside is arranged in three lines: 'WEEKEND 0-80' at the top, 'ADRIQUENTRA' in the middle, and 'IN 60000' at the bottom. The stamp is slightly faded and has a textured appearance.



**Москва, Петровские линии (уг. Петровки), 1/20.
Тел. 4-90-76.**